



(12) **BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) 
1-0020528

(51)⁷ **G11B 5/84, C03B 11/12, C03C 19/00,**
G11B 5/73

(13) **B**

(21) 1-2012-02867

(22) 31.03.2011

(86) PCT/JP2011/001974 31.03.2011

(87) WO2011/122054A1 06.10.2011

(30) 2010-082750 31.03.2010 JP

(45) 25.02.2019 371

(43) 25.01.2013 298

(73) HOYA CORPORATION (JP)

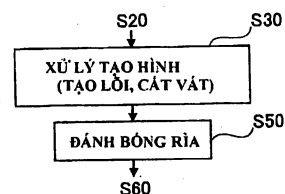
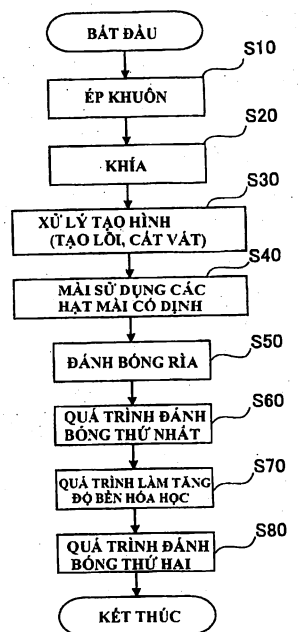
7-5 Naka-Ochiai 2-chome, Shinjuku-ku, Tokyo 161-8525, Japan

(72) EDA, Shinji (JP), ISONO, Hideki (JP)

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) **PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT PHÔI THỦY TINH, PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT NỀN THỦY TINH DÙNG CHO ĐĨA TỪ VÀ PHÔI THỦY TINH DÙNG CHO ĐĨA TỪ**

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất hiệu quả nền thủy tinh dùng cho đĩa từ trong đó bề mặt chính của đĩa từ không có phần nhấp nhô, và nền thủy tinh dùng cho đĩa từ. Trong quá trình sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ có hai bề mặt chính, phôi thủy tinh được tạo ra bằng cách ép thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm bằng các bề mặt ép khuôn phẳng của các khuôn theo cách để thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm được kẹp từ hai phía bên. Điều kiện nhiệt độ được làm cân bằng quanh hai bề mặt chính của phôi thủy tinh trong quá trình ép.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ có hai bề mặt chính, phương pháp sản xuất phôi thủy tinh, nền thủy tinh dùng cho đĩa từ và phôi thủy tinh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết, thiết bị đĩa cứng được tích hợp trong máy tính cá nhân, máy tính xách tay và thiết bị ghi DVD (Digital Versatile Disc – đĩa đa năng số) để ghi dữ liệu. Cụ thể là, thiết bị đĩa cứng được sử dụng trong thiết bị như máy tính xách tay dựa trên khả năng mang được sử dụng đĩa từ trong đó lớp từ được tạo ra trên nền thủy tinh và thông tin ghi từ được ghi trong lớp từ hoặc được đọc từ lớp từ bằng cách sử dụng đầu từ (đầu DFH (Dynamic Flying Height - điều chỉnh độ cao của đầu đọc ghi một cách tự động)) mà được lướt nhẹ trên bề mặt của đĩa từ. Nền thủy tinh dạng đĩa được sử dụng một cách thích hợp làm nền dùng cho đĩa từ vì nền thủy tinh gần như không bị biến dạng đàn hồi so với nền kim loại và có các bề mặt có độ nhẵn tuyệt vời.

Mật độ ghi từ đang dần được tăng lên để đáp ứng nhu cầu tăng dung lượng lưu trữ trong thiết bị đĩa cứng. Ví dụ, vùng thông tin ghi từ được tạo ra một cách chính xác bằng cách sử dụng hệ thống ghi từ vuông góc trong đó hướng từ hóa của lớp từ được hướng theo hướng vuông góc với bề mặt nền, điều này cho phép tăng dung lượng lưu trữ của nền đĩa. Để đáp ứng được việc tăng dung lượng lưu trữ hơn nữa, khoảng cách lướt của đầu từ từ bề mặt ghi từ được rút ngắn đến mức rất nhỏ để tạo thành vùng thông tin ghi từ chính xác. Trong nền của đĩa từ, lớp từ được tạo ra ở dạng phẳng để hướng từ hóa của lớp từ được hướng theo hướng gần như vuông góc với bề mặt nền. Do đó, nền thủy tinh dạng đĩa dùng cho đĩa từ được tạo ra để mức độ nhấp nhô bề mặt của nền thủy tinh được giảm xuống mức nhỏ nhất có thể.

Khoảng cách lướt được rút ngắn của đầu từ dễ dàng gây ra vấn đề đè đầu từ hoặc vấn đề rộp lên do nhiệt. Do các vấn đề này bị gây ra bởi phần nhấp nhô rất nhỏ hoặc hạt bám vào bề mặt đĩa từ, nên nền thủy tinh dạng đĩa được tạo ra sao cho độ nhấp nhô bề mặt ở mặt đầu cùng với độ nhấp nhô bề mặt ở các bề mặt chính cũng được giảm xuống mức nhỏ nhất có thể cùng với bề mặt chính.

Ví dụ, tấm vật liệu thủy tinh có dạng đĩa được sử dụng cho đĩa từ, cụ thể là phôi thủy tinh, được sản xuất bằng phương pháp sau: khối thủy tinh mềm được tạo thành từ thủy tinh nóng chảy được cấp lên khuôn dưới mà là khuôn tạo khối mềm nền; khối thủy tinh mềm được ép khuôn để tạo phôi thủy tinh bằng cách sử dụng khuôn dưới và khuôn trên mà là khuôn tạo khối mềm ngược; và các thao tác gia công được thực hiện để thu được nền thủy tinh dùng cho đĩa từ (xem tài liệu sáng chế 1 dưới đây).

Theo phương pháp nêu trên đây, sau khi khối thủy tinh mềm được tạo thành từ thủy tinh nóng chảy được cấp lên khuôn dưới, các bước dưới đây sẽ được thực hiện: đối với bề mặt dưới của phần thân khuôn trên tiếp giáp với bề mặt trên của phần thân khuôn dưới; tạo ra khoảng trống tạo tấm thủy tinh mỏng ở ngoài bề mặt trượt giữa khuôn trên và phần thân khuôn trên và mặt trượt giữa khuôn dưới và phần thân khuôn dưới; đẩy khuôn trên xuống dưới để thực hiện thao tác ép khuôn; và đẩy khuôn trên lên trên ngay sau thao tác ép khuôn. Nhờ đó, tạo ra tấm phôi thủy tinh, tấm phôi thủy tinh này là cơ sở của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ. Sau đó, thu được nền thủy tinh dùng cho đĩa từ qua quá trình mài và quá trình đánh bóng, v.v., tấm phôi thủy tinh này.

Ví dụ, trong quá trình mài, thao tác mài được thực hiện bằng cách sử dụng các hạt mài nhôm oxit tự do. Quá trình mài bao gồm quá trình mài thứ nhất và quá trình mài thứ hai được thực hiện bằng cách sử dụng các hạt mài tự do có các kích cỡ hạt khác nhau. Kích cỡ hạt của các hạt mài tự do được sử dụng trong quá trình mài thứ hai được thiết đặt nhỏ hơn kích cỡ hạt của các hạt mài tự do được sử dụng trong quá trình mài thứ nhất. Do đó, quá trình mài thô được thực hiện và quá trình mài tinh lần lượt được thực hiện theo thứ tự này. Ngoài ra, trong quá trình mài thứ hai, thao tác mài bằng cách sử dụng các hạt mài cố định được thực hiện bằng cách sử dụng đế nhựa có gắn các hạt mài kim cương.

Quá trình đánh bóng bao gồm quá trình đánh bóng thứ nhất trong đó các hạt mài tự do như xeri oxit và máy đánh bóng vật liệu nhựa cứng được sử dụng và quá trình đánh bóng thứ hai trong đó silic oxit dính và máy đánh bóng vật liệu nhựa mềm được sử dụng. Trong quá trình mài, kích cỡ hạt của hạt mài được sử dụng trong quá trình đánh bóng thứ nhất là nhỏ hơn kích cỡ hạt của hạt mài được sử dụng trong quá trình mài thứ hai. Kích cỡ hạt của hạt mài được sử dụng trong quá trình đánh bóng thứ hai là nhỏ hơn kích cỡ hạt của hạt mài được sử dụng trong quá trình đánh bóng thứ nhất.

Như mô tả trên đây, trong quá trình xử lý bề mặt nền thủy tinh, quá trình mài thứ nhất, quá trình mài thứ hai, quá trình đánh bóng thứ nhất và quá trình đánh bóng thứ hai được thực hiện lần lượt theo thứ tự này và nền thủy tinh được tạo ra sao cho độ chính xác của chất lượng bề mặt như độ nhám bề mặt của nền thủy tinh được tăng một cách từ từ.

Khuôn kim loại đã biết dùng để sản xuất phôi thủy tinh dùng cho các phương tiện ghi thông tin có mặt đầu ngoài và mặt đầu trong được cắt vát. Ở hai bên khuôn kim loại này có phần nhô ra có mặt cắt dạng hình nêm. Ngoài ra, phương pháp sản xuất đã biết sử dụng khuôn kim loại này để ép khuôn bằng cách giữ thủy tinh nóng chảy từ cả hai bên theo hướng nằm ngang trong khi thủy tinh nóng chảy đang chảy xuống (xem tài liệu sáng chế 2 dưới đây).

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: công bố bằng sáng chế Nhật Bản số 3709033

Tài liệu sáng chế 2: công bố bằng sáng chế Nhật Bản số 4380379

Tuy nhiên, độ chính xác bề mặt của phôi thủy tinh được tạo ra bằng phương pháp sản xuất phôi thủy tinh dùng cho đĩa từ trên đây là không đủ để đạt được độ chính xác bề mặt của các bề mặt chính sao cho đáp ứng được thao tác ghi từ mật độ cao và vùng thông tin ghi từ chính xác.

Ví dụ, trong quá trình tạo ra tấm phôi thủy tinh, chất tháo khuôn được bôi lên bề mặt khuôn để ngăn vật liệu thủy tinh chảy vào các bề mặt khuôn của khuôn trên và khuôn dưới. Độ nhám bề mặt của bề mặt chính của tấm phôi thủy tinh tăng do sử dụng chất tháo khuôn. Có sự chênh lệch nhiệt độ bề mặt lớn giữa

khuôn trên và khuôn dưới và khuôn dưới mà được cấp khối thủy tinh mềm (tảng thủy tinh nóng chảy) trở nên có nhiệt độ cao hơn. Do chênh lệch nhiệt độ bề mặt gây ra sự phân bố nhiệt độ theo hướng chiều dày của tấm phôi thủy tinh đã tạo ra và cũng gây ra sự phân bố nhiệt độ trong mặt phẳng của tấm phôi thủy tinh, tấm phôi thủy tinh mà đã lấy ra khỏi khuôn và được làm nguội cũng có sự phân bố co ngót theo hướng chiều dày của tấm phôi thủy tinh đã tạo ra và cũng có sự phân bố co ngót trong mặt phẳng của tấm phôi thủy tinh. Do đó, tấm phôi thủy tinh dễ bị vênh và do vậy, tấm phôi thủy tinh đã tạo ra không đạt được độ phẳng tốt.

Độ phẳng của tấm phôi thủy tinh có thể được tăng bằng quá trình mài (quá trình mài thứ nhất). Ví dụ, trong quá trình mài, dung sai gia công (lượng mài) được tăng để tăng độ phẳng. Tuy nhiên, khi dung sai gia công được tăng trong quá trình mài, vết nứt sâu có thể được tạo ra trên bề mặt của tấm phôi thủy tinh. Do đó, trong quá trình đánh bóng mà là quá trình xử lý sau, dung sai gia công (lượng đánh bóng) chắc chắn sẽ tăng để loại bỏ vết nứt sâu. Tuy nhiên, khi dung sai gia công được tăng trong quá trình đánh bóng trong đó các hạt mài tự do và máy đánh bóng nhựa được sử dụng, thì vùng lân cận trong phần rìa bao ngoài được làm tròn trên bề mặt chính của tấm phôi thủy tinh, nên gây ra “vấn đề lắng lư” của phần rìa. Cụ thể là, do vùng lân cận trong phần rìa bao ngoài được làm tròn trong tấm phôi thủy tinh, nên khoảng cách giữa lớp từ và đầu từ trong vùng lân cận của phần rìa bao ngoài trở nên lớn hơn khoảng cách lướt của đầu từ trong phần khác của nền thủy tinh khi đĩa từ được tạo ra bằng cách sử dụng tấm phôi thủy tinh làm nền thủy tinh. Độ nhấp nhô bề mặt xuất hiện do vùng lân cận của phần rìa bao ngoài có dạng tròn. Kết quả là, các thao tác ghi và đọc của đầu từ không được thực hiện một cách chính xác trong lớp từ trong vùng lân cận của phần rìa bao ngoài. Đây là “vấn đề lắng lư”.

Khi dung sai gia công tăng trong quá trình đánh bóng, thời gian cần thiết để thực hiện quá trình đánh bóng bị kéo dài, điều này là không có lợi trong thực tế.

Đối với phương pháp sản xuất phôi thủy tinh dùng cho các phương tiện ghi thông tin trên đây, vì phần nhô ra nằm ở hai bên khuôn kim loại, nên nhiệt độ của các bề mặt ép khuôn là không đồng đều quanh phôi thủy tinh khi vật liệu

thủy tinh được ép bằng khuôn kim loại. Do vậy, độ phẳng của nền thủy tinh đã tạo ra trở nên kém hơn ở các vùng không phải là vùng được cắt vát. Để tăng độ phẳng, quá trình mài được thực hiện đối với phôi thủy tinh đã được ép khuôn. Ở đây, do dung sai gia công cho quá trình mài là cần thiết đối với phôi thủy tinh, nên phôi thủy tinh được tạo ra có chiều dày lớn hơn chiều dày của nền thủy tinh dùng cho các phương tiện ghi thông tin được sản xuất sau cùng. Do đó, chiều dày của phôi thủy tinh sau khi được ép khuôn không thể giảm để bằng chiều dày của nền thủy tinh dùng cho các phương tiện ghi thông tin. Khi ép khuôn bằng cách sử dụng khuôn kim loại có bề mặt ép khuôn có phần nhô ra, phần nhô ra này có thể là vật cản ngăn sự co ngót của phôi thủy tinh gây ra bởi quá trình làm nguội trong quá trình ép khuôn, do vậy, làm hư hại phôi thủy tinh. Ngoài ra, do sự chênh lệch làm nguội giữa phần nhô ra và bề mặt phẳng của bề mặt ép khuôn, nên phôi thủy tinh sẽ bị chênh lệch nhiệt độ. Phôi thủy tinh có thể bị hư hại do biến dạng nhiệt gây ra bởi sự chênh lệch nhiệt độ này.

Khi ép khuôn phôi thủy tinh bằng cách sử dụng thủy tinh nóng chảy đang chảy xuống bằng khuôn kim loại có phần nhô ra trên đây, khối thủy tinh mềm, mà là tảng thủy tinh nóng chảy, có thể không có dạng hình cầu ở nhiệt độ cao của thủy tinh nóng chảy. Do đó, phôi thủy tinh dạng đĩa có thể không được tạo ra. Ngoài ra, ở nhiệt độ cao của thủy tinh nóng chảy, thì cần có chất tháo khuôn trên bề mặt ép khuôn của khuôn kim loại và kết quả là, độ nhám bề mặt của các bề mặt chính của phôi thủy tinh trở nên lớn.

Như mô tả trên đây, bằng quá trình ép khuôn sử dụng khuôn kim loại có phần nhô ra, phôi thủy tinh dạng đĩa có các bề mặt chính có độ chính xác bề mặt đủ có thể không được sản xuất một cách hiệu quả.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nhằm giải quyết các vấn đề kỹ thuật còn tồn tại như nêu trên, sáng chế có mục đích là đề xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ và phôi thủy tinh trong đó độ nhấp nhô bề mặt của bề mặt chính được loại bỏ và phương pháp sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ và phôi thủy tinh một cách hiệu quả.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất nền thủy tinh

dùng cho đĩa từ có hai bề mặt chính.

Phương pháp này bao gồm các bước: tạo ra phôi thủy tinh bằng cách thực hiện quá trình ép khuôn thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm bằng các bề mặt ép khuôn phẳng của các khuôn theo cách để thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm được kẹp từ hai phía bên và đánh bóng phôi thủy tinh, trong đó điều kiện nhiệt độ được làm cân bằng quanh hai bề mặt chính của phôi thủy tinh trong quá trình ép ở bước tạo ra phôi thủy tinh.

Lúc này, ở bước tạo ra phôi thủy tinh, tốt hơn là, các nhiệt độ của các bề mặt ép khuôn mà tiếp xúc với các bề mặt chính của phôi thủy tinh trong quá trình ép được làm cân bằng, hoặc tốt hơn là, các nhiệt độ của các khuôn ở hai bên thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm ngay trước quá trình ép được làm cân bằng, để đạt được điều kiện cân bằng nhiệt của phôi thủy tinh.

Ngoài ra, khi ép thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm bằng các khuôn, tốt hơn là, các khuôn tiếp xúc với thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm bắt đầu một cách đồng thời, các khuôn nằm ở hai bên của thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm ngay trước quá trình ép, để làm cân bằng điều kiện nhiệt độ quanh hai bề mặt chính của phôi thủy tinh và đạt được điều kiện cân bằng nhiệt của phôi thủy tinh.

Tốt hơn là, phôi thủy tinh được đánh bóng ở bước đánh bóng, để loại bỏ phần nhấp nhô bề mặt của hai bề mặt chính của phôi thủy tinh.

Trong trường hợp này, ví dụ chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ được xác định và chiều dày của phôi thủy tinh được tạo ra ở bước tạo ra phôi thủy tinh là gần bằng chiều dày đích.

Theo cách khác, tốt hơn là, chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ được xác định và chiều dày của phôi thủy tinh được tạo ra ở bước tạo ra phôi thủy tinh là lớn hơn chiều dày đích và phương pháp còn bao gồm bước mài, trước bước đánh bóng phôi thủy tinh, phôi thủy tinh theo cách để chiều dày của phôi thủy tinh được tạo ra ở bước tạo ra phôi thủy tinh gần bằng chiều dày đích.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ được sản xuất bằng phương pháp trên đây. Độ phẳng của bề mặt chính là $4\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn và bề mặt chính có độ nhấp nhô bề mặt là $0,2\text{nm}$ hoặc nhỏ hơn.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ có hai bề mặt chính. Phương pháp sản xuất này bao gồm các bước: nhả tảng thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm rơi xuống dưới và tạo ra phôi thủy tinh dạng đĩa bằng cách ép tảng thủy tinh đang rơi xuống từ các hướng vuông góc với hướng chảy xuống bằng hai khuôn, trong đó tảng thủy tinh được ép ở bước tạo ra phôi thủy tinh từ lúc bắt đầu xử lý bằng các khuôn cho đến khi nhiệt độ của tảng thủy tinh giảm xuống điểm biến dạng theo cách để các nhiệt độ của các phần của các bề mặt ép khuôn ở hai bên khuôn được làm cân bằng, các phần tiếp xúc với tảng thủy tinh, nhờ đó, tạo độ phẳng của phôi thủy tinh thành độ phẳng đích dành cho nền thủy tinh dùng cho đĩa từ.

Lúc này, ở bước tạo ra phôi thủy tinh, tốt hơn là chênh lệch nhiệt độ giữa các bề mặt ép khuôn ở hai bên là 5°C hoặc nhỏ hơn.

Hệ số giãn nở nhiệt của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ nằm trong khoảng từ 30 đến $100 \times 10^{-7} (\text{K}^{-1})$.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ có hai bề mặt chính. Phương pháp này bao gồm các bước: nhả tảng thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm rơi xuống dưới; tạo ra phôi thủy tinh dạng đĩa bằng cách ép tảng thủy tinh đang rơi xuống từ các hướng vuông góc với hướng chảy xuống bằng hai khuôn; và mài hai bề mặt chính ở hai bên phôi thủy tinh bằng các hạt mài cố định, trong đó phôi thủy tinh được ép ở bước tạo ra phôi thủy tinh từ lúc bắt đầu ép bằng các khuôn cho đến khi nhiệt độ của phôi thủy tinh đã được ép giảm xuống đến điểm biến dạng theo cách để các nhiệt độ của các phần của các bề mặt ép khuôn ở hai bên khuôn được làm cân bằng, các phần tiếp xúc với phôi thủy tinh, nhờ đó, tạo độ phẳng của phôi thủy tinh thành độ phẳng đích cho nền thủy tinh dùng cho đĩa từ và tạo ra phôi thủy tinh có chiều dày mặt cắt giảm từ phía mặt bao ngoài đến phía giữa.

Lúc này, tốt hơn là, phương pháp sản xuất còn bao gồm bước đánh bóng phôi thủy tinh bằng cách sử dụng để đánh bóng sau bước mài phôi thủy tinh, trong đó chiều dày của nền thủy tinh đạt được trong quá trình đánh bóng nằm trong khoảng từ 80% đến 96% của chiều dày lớn nhất của phôi thủy tinh.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất phôi thủy

tinh dùng cho đĩa từ có hai bề mặt chính. Phương pháp này bao gồm các bước: nhả tảng thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm rơi xuống dưới, và tạo ra phôi thủy tinh bằng cách ép tảng thủy tinh bằng các bề mặt ép khuôn phẳng của các khuôn theo cách để tảng thủy tinh được kẹp từ hai phía bên trong khi tảng thủy tinh rơi xuống, trong đó các nhiệt độ của các bề mặt ép khuôn mà tiếp xúc với hai bề mặt chính trong quá trình ép phôi thủy tinh được làm cân bằng.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất phôi thủy tinh, độ phẳng của bề mặt chính của phôi thủy tinh là $4\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

Bằng phương pháp sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ và phôi thủy tinh trên đây, có thể sản xuất một cách hiệu quả nền thủy tinh dùng cho đĩa từ và phôi thủy tinh trong đó độ nhấp nhô bề mặt của bề mặt chính được loại bỏ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A đến Fig.1C là các hình vẽ minh họa đĩa từ được tạo ra bằng cách sử dụng nền thủy tinh dùng cho đĩa từ theo một phương án của sáng chế.

Fig.2A đến Fig.2D là các hình vẽ minh họa độ nhấp nhô bề mặt trong phôi thủy tinh hoặc nền thủy tinh.

Fig.3A và Fig.3B là các hình vẽ minh họa lưu đồ thực hiện phương pháp sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ theo một phương án của sáng chế.

Fig.4 là hình chiếu bằng của thiết bị được sử dụng trong quá trình ép khuôn trên Fig.3A.

Fig.5A đến Fig.5C là các hình vẽ minh họa một ví dụ về quá trình ép khuôn được thực hiện bởi thiết bị trên Fig.4.

Fig.6A đến Fig.6C là các hình vẽ minh họa ví dụ khác về quá trình ép khuôn trên Fig.3A.

Fig.7A đến Fig.7D là các hình vẽ minh họa ví dụ khác nữa về quá trình ép khuôn trên Fig.3A.

Fig.8A đến Fig.8C là các hình vẽ minh họa ví dụ khác nữa về quá trình ép khuôn trên Fig.3A.

Fig.9A là hình chiếu tổng thể của thiết bị được sử dụng để thực hiện quá trình mài có sử dụng hạt mài cố định trên Fig.3A, và Fig.9B là hình vẽ minh họa

thiết bị truyền tải được sử dụng trong thiết bị trên Fig.9A.

Fig.10 là hình vẽ minh họa trạng thái trong đó phôi thủy tinh được mài bằng thiết bị trên Fig.9A.

Fig.11A đến Fig.11D là các hình vẽ minh họa một ví dụ về biên dạng bề mặt của phôi thủy tinh hoặc nền thủy tinh, mà thu được bằng cách mài hoặc đánh bóng.

Fig.12A đến Fig.12C là các hình vẽ minh họa một ví dụ cải biến về quá trình ép khuôn theo phương án này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương pháp sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ và phôi thủy tinh và nền thủy tinh dùng cho đĩa từ và phôi thủy tinh theo một phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Lưu ý là, trong phần mô tả sáng chế này, tấm vật liệu thủy tinh thu được bằng cách ép khuôn khối thủy tinh mềm, mà là tảng thủy tinh nóng chảy (dưới đây được gọi đơn giản là khối mềm) được gọi là phôi thủy tinh hoặc phôi thủy tinh dùng cho đĩa từ. Phôi thủy tinh đã được thực hiện ít nhất một trong số quá trình mài và đánh bóng, v.v., được gọi là nền thủy tinh. Nền thủy tinh được sản xuất qua các quá trình sản xuất theo phương án này được gọi là nền thủy tinh dùng cho đĩa từ.

Fig.1A đến Fig.1C là các hình vẽ minh họa đĩa từ mà được tạo ra bằng cách sử dụng nền thủy tinh dùng cho đĩa từ theo phương án này của sáng chế.

Đĩa từ và nền thủy tinh dùng cho đĩa từ

Trong đĩa từ 1 trên Fig.1A được sử dụng cho thiết bị đĩa cứng, các lớp 3A và 3B ít nhất bao gồm các lớp từ (các lớp ghi từ vuông góc) được tạo ra trong các bề mặt chính của nền thủy tinh dạng vòng dùng cho đĩa từ 2 như được minh họa trên Fig.1B. Cụ thể hơn, mặc dù không được minh họa trên Fig.1, mỗi lớp 3A và 3B bao gồm lớp dính, lớp từ mềm, lớp dưới không từ, lớp ghi từ vuông góc, lớp bảo vệ, và lớp bôi trơn. Ví dụ, hợp kim Cr được phủ làm lớp dính, và lớp dính có chức năng làm lớp liên kết vào nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2. Ví dụ, hợp kim CoTaZr được phủ làm lớp từ mềm, lớp không từ dạng hạt được phủ

làm lớp dưới không từ, và lớp từ dạng hạt được phủ làm lớp ghi từ vuông góc. Ví dụ, vật liệu chứa cacbon hyđrua được phủ làm lớp bảo vệ, và nhựa flo được phủ làm lớp bôi trơn.

Đĩa từ 1 sẽ được mô tả với ví dụ cụ thể hơn. Lớp dính CrTi, lớp từ mềm CoTaZr/Ru/CoTaZr, lớp dưới không từ dạng hạt CoCrSiO₂, lớp từ dạng hạt CoCrPt-SiO₂·TiO₂, và lớp bảo vệ cacbon hyđrua lần lượt được cho lắng đọng trên cả hai bề mặt chính của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 bằng thiết bị phun loại nối tiếp. Lớp bôi trơn perfloropolyete được cho lắng đọng trên lớp trên cùng đã lắng đọng bằng phương pháp nhúng.

Như được minh họa trên Fig.1C, các đầu từ 4A và 4B của thiết bị đĩa cứng lướt trên các bề mặt của đĩa từ 1 một khoảng 5nm ở điều kiện tốc độ quay cao, ví dụ, 7200 vòng/phút, của đĩa từ 1. Cụ thể là, khoảng cách H trên Fig.1C là 5nm. Tại điểm này, các đầu từ 4A và 4B ghi các mẫu thông tin trong các lớp từ và đọc các mẫu thông tin từ các lớp từ. Do các đầu từ 4A và 4B đang lướt, nên thông tin có được ghi trong lớp từ của đĩa từ 1 hoặc được đọc từ lớp từ của đĩa từ 1 một cách chắc chắn mà không cần trượt các đầu từ 4A và 4B trên lớp từ, nhờ đó, tạo được vùng thông tin ghi từ chính xác và đạt được mật độ gi từ cao.

Phần giữa của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 của đĩa từ 1 đến phần rìa mặt bao ngoài 5 được xử lý một cách chính xác với độ chính xác bề mặt đích, và các đầu từ 4A và 4B có thể hoạt động một cách chính xác trong khi khoảng cách H là 5nm được duy trì.

Như được mô tả dưới đây, thao tác gia công liên quan đến độ nhấp nhô bề mặt của phôi thủy tinh dạng đĩa, mà là cơ sở của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2, được thực hiện qua quá trình mài bằng cách sử dụng hạt mài cố định có dung sai gia công nhỏ, và qua quá trình đánh bóng thứ nhất và quá trình đánh bóng thứ hai với dung sai gia công nhỏ. Theo cách khác, nó có thể được sản xuất chỉ qua quá trình đánh bóng thứ nhất và quá trình đánh bóng thứ hai với dung sai gia công nhỏ, mà không qua quá trình mài. Do đó, “vấn đề lắc lư” thông thường được giải quyết.

Ví dụ, bề mặt chính của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 được sử dụng cho đĩa từ 1 có độ nhấp nhô bề mặt trong đó độ phẳng là 4μm hoặc nhỏ hơn và độ

nhám bề mặt là 0,2nm hoặc nhỏ hơn. Độ phẳng là 4 μ m hoặc nhỏ hơn là độ phẳng đích cần thiết cho nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 như là thành phẩm. Ví dụ, độ phẳng có thể được đo bằng thiết bị kiểm tra độ phẳng FT-900 được sản xuất bởi NIDEK CO., LTD. Độ nhám của bề mặt chính được biểu thị bằng độ nhám trung bình số học Ra được xác định theo JIS B0601:2001. Khi độ nhám nằm trong khoảng từ 0,006 μ m đến 200 μ m, ví dụ, độ nhám được đo bằng máy đo độ nhám SV-3100 được sản xuất bởi Mitutoyo Corporation, và độ nhám có thể được tính toán bằng phương pháp được xác định theo tiêu chuẩn JIS B0633:2001. Khi độ nhám là 0,03 μ m hoặc nhỏ hơn, ví dụ, độ nhám được đo bằng kính hiển vi quét đầu dò (kính hiển vi nguyên tử) được sản xuất bởi SII Nano Technology Inc, và độ nhám của các bề mặt chính có thể được tính toán bằng phương pháp được xác định theo JIS R1683:2007.

Trong phần mô tả sáng chế này, độ nhám bề mặt của phôi thủy tinh được đo bằng máy đo độ nhám SV-3100 được sản xuất bởi Mitutoyo Corporation, và độ nhám bề mặt của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ sau khi đánh bóng được đo bằng kính hiển vi quét đầu dò (kính hiển vi nguyên tử).

Fig.2A đến Fig.2D là các hình vẽ minh họa độ nhấp nhô bề mặt. Độ nhấp nhô bề mặt có thể được phân thành bốn loại nhấp nhô theo bước sóng của phần nhấp nhô.

Cụ thể là, độ nhấp nhô bề mặt được phân loại thành độ phẳng có bước sóng dài nhất (bước sóng nằm trong khoảng từ khoảng 0,6 μ m đến khoảng 130mm), độ gợn sóng (bước sóng nằm trong khoảng từ 0,2 μ m đến khoảng 2mm), độ gợn vi sóng (bước sóng nằm trong khoảng từ 0,1 μ m đến 1mm), và độ nhám (bước sóng là 10nm hoặc nhỏ hơn).

Độ nhám có thể được biểu thị bằng độ nhám trung bình số học Ra nêu trên làm chỉ số.

Phôi thủy tinh, mà là cơ sở của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ, sau khi được ép khuôn như được mô tả dưới đây, được cho thực hiện quá trình mài thứ hai, quá trình đánh bóng thứ nhất, và quá trình đánh bóng thứ hai, hoặc theo cách khác, được cho thực hiện quá trình đánh bóng thứ nhất và quá trình đánh bóng thứ hai. Kết quả là, phôi thủy tinh trở thành nền thủy tinh dùng cho đĩa từ có

chiều dày đích có độ nhấp nhô bề mặt, trong đó, ví dụ, độ phẳng là $4\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn và độ nhám bề mặt là $0,2\text{nm}$ hoặc nhỏ hơn.

Một cách ngẫu nhiên, phôi thủy tinh ngay sau khi quá trình ép khuôn không đáp ứng khoảng giá trị số nêu trên của độ nhấp nhô bề mặt và chiều dày.

Khi phôi thủy tinh được tạo ra trong quá trình ép khuôn có chiều dày lớn hơn chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ, ví dụ, khi phôi thủy tinh được tạo ra mà có chiều dày lớn hơn chiều dày đích từ $10\mu\text{m}$ đến $150\mu\text{m}$, thì quá trình mài được thực hiện sau quá trình ép khuôn bằng các hạt mài cố định trước quá trình đánh bóng thứ nhất. Trong trường hợp này, tốt hơn là, phôi thủy tinh được tạo ra để có độ nhấp nhô bề mặt dưới đây: bề mặt chính có được độ phẳng đích như nền thủy tinh dùng cho đĩa từ, cụ thể là, độ phẳng của bề mặt chính là $4\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn; và bề mặt chính có độ nhám nằm trong khoảng từ $0,01\mu\text{m}$ đến $10\mu\text{m}$.

Lý do độ phẳng bề mặt của phôi thủy tinh được thiết đặt là độ phẳng đích của bề mặt chính cần thiết như nền thủy tinh dùng cho đĩa từ là nhằm duy trì độ phẳng của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 được sử dụng cho đĩa từ 1 mà không thực hiện quá trình mài thứ nhất thông thường để điều chỉnh độ phẳng và chiều dày, và nhằm để các đầu từ 4A và 4B thực hiện các thao tác ghi và đọc một cách thích hợp. Ví dụ, phôi thủy tinh, là cơ sở của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ, có thể được tạo ra bằng quá trình ép khuôn sẽ được mô tả dưới đây. Phôi thủy tinh có độ phẳng là $4\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn không thể tạo ra được bằng quá trình ép khuôn thông thường.

Ngoài ra, tốt hơn là, phôi thủy tinh đã được tạo ra có đặc tính quang trong đó hệ số mờ là 20% hoặc lớn hơn. Hệ số mờ của phôi thủy tinh là 20% hoặc lớn hơn cho phép quá trình mài được thực hiện một cách hiệu quả qua quá trình mài bằng cách sử dụng các hạt mài cố định. Lưu ý là, hệ số mờ được xác định theo JIS K7105 và JIS K7136.

Lý do độ nhám bề mặt của phôi thủy tinh được thiết đặt là $0,01\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn là nhằm thực hiện quá trình mài phôi thủy tinh một cách hiệu quả bằng cách sử dụng hạt mài cố định. Lý do độ nhám bề mặt của tấm vật liệu thủy tinh được thiết đặt là $10\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn là nhằm loại bỏ việc tăng dung sai gia công của

quá trình đánh bóng được thực hiện để loại bỏ vết nứt sâu do quá trình mài gây ra. Độ nhám bề mặt của bề mặt chính của phôi thủy tinh được thiết đặt là $10\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, điều này cho phép độ nhám bề mặt Ra cần thiết như nền thủy tinh dùng cho đĩa từ được điều chỉnh một cách chắc chắn. Tốt hơn là, độ nhám bề mặt của phôi thủy tinh nằm trong khoảng từ $0,01\mu\text{m}$ đến $1,0\mu\text{m}$ để thực hiện một cách hiệu quả quá trình xử lý tạo hình bao gồm quá trình khía phôi thủy tinh. Lưu ý là, quá trình xử lý tạo hình bao gồm quá trình khía là quá trình tạo đường cắt trên bề mặt của phôi thủy tinh để thu được nền thủy tinh dạng đĩa, khi đường kính của phôi thủy tinh lớn hơn đường kính của nền thủy tinh đích dùng cho đĩa từ, hoặc khi lỗ tròn được tạo ra. Do độ nhám bề mặt của phôi thủy tinh nằm trong khoảng nêu trên, nên đường cắt tròn được tạo ra trên bề mặt của nền thủy tinh có thể là vòng tròn gần như hoàn hảo với thiết bị cắt sử dụng bánh xe kim cương được sử dụng trong quá trình khía. Do vậy, độ tròn của vòng tròn trong và vòng tròn ngoài được tạo ra trong nền thủy tinh dùng cho đĩa từ có thể được tăng.

Độ nhấp nhô bề mặt của phôi thủy tinh có thể đạt được bằng cách điều chỉnh độ nhám bề mặt của khuôn kim loại trong quá trình ép khuôn.

Tính đến dung sai gia công trong quá trình mài bằng cách sử dụng các hạt mài cố định và quá trình đánh bóng, chiều dày của phôi thủy tinh có thể lớn hơn chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ nằm trong khoảng từ $100\mu\text{m}$ đến $200\mu\text{m}$. Khi giả thiết rằng, quá trình mài bằng cách sử dụng các hạt mài cố định không được thực hiện đối với phôi thủy tinh và quá trình đánh bóng chỉ được thực hiện đối với phôi thủy tinh, tốt hơn là, chiều dày của phôi thủy tinh có thể lớn hơn chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ nằm trong khoảng từ $10\mu\text{m}$ đến $50\mu\text{m}$. Ở đây, trong trường hợp thứ hai, tốt hơn là, độ phẳng của bề mặt chính của phôi thủy tinh là $4\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, trong khi phôi thủy tinh có độ nhấp nhô bề mặt trong đó độ nhám của bề mặt chính là $0,2\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

Trong phần mô tả sáng chế này, “chiều dày của phôi thủy tinh gần bằng chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ” có nghĩa là, chiều dày của phôi thủy tinh lớn hơn chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ một lượng bằng dung sai gia công trong quá trình đánh bóng, cụ thể là, lớn hơn chiều

dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ nằm trong khoảng từ $10\mu\text{m}$ đến $50\mu\text{m}$. Trong phần mô tả sáng chế này, “chiều dày của phôi thủy tinh lớn hơn chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ” có nghĩa là chiều dày của phôi thủy tinh lớn hơn chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ một lượng bằng dung sai gia công trong quá trình mài bằng cách sử dụng các hạt mài cố định và quá trình đánh bóng, cụ thể là, lớn hơn chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ nằm trong khoảng từ $100\mu\text{m}$ đến $200\mu\text{m}$.

Ví dụ, thủy tinh alumin silicat, thủy tinh vôi natri cacbonat, và thủy tinh bô rô silicat có thể được sử dụng làm vật liệu cho nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 của đĩa từ 1. Cụ thể là, thủy tinh alumin silicat có thể được sử dụng một cách thích hợp để quá trình làm tăng độ bền hóa học có thể được thực hiện và để tạo ra nền thủy tinh dùng cho đĩa từ có độ phẳng của bề mặt chính và độ bền của nền tuyệt vời.

Vật liệu thủy tinh được làm tăng độ bền hóa học chủ yếu chứa, tính theo tỉ lệ % mol: 57% đến 74% SiO_2 , 0% đến 2,8% ZnO_2 , 3% đến 15% Al_2O_3 , 7% đến 16% Li_2O , và 4% đến 14% Na_2O , được sử dụng một cách thích hợp như là thủy tinh alumin silicat.

Phương pháp sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ

Fig.3A, Fig.3B là các hình vẽ minh họa lưu đồ thực hiện phương pháp sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ theo phương án này.

Trước tiên, phôi thủy tinh được tạo ra bằng quá trình ép khuôn (bước S10). Trong quá trình ép khuôn, như mô tả trên đây, quá trình mài bằng cách sử dụng các hạt mài cố định được xác định xem có được thực hiện hay không như được minh họa trên Fig.3A, Fig.3B, phụ thuộc vào độ nhấp nhô bề mặt và chiều dày của phôi thủy tinh sẽ được tạo ra.

Ví dụ, quá trình ép khuôn thực hiện bằng thiết bị được minh họa trên Fig.4 và Fig.5. Quá trình ép khuôn cũng có thể được thực hiện bằng thiết bị được minh họa trên Fig.6, Fig.7, và Fig.8. Fig.4 là hình chiếu bằng của thiết bị 101 được sử dụng trong quá trình ép khuôn, Fig.5 đến Fig.8 là các hình vẽ minh họa trạng thái trong đó thiết bị thực hiện quá trình ép khuôn khi nhìn từ mặt bên.

Trong quá trình ép khuôn được giải thích dưới đây, nhiệt được dẫn từ phôi

thủy tinh đến khuôn kim loại. Do vậy, nhiệt được dẫn một cách đồng đều từ hai bề mặt chính của phôi thủy tinh đến khuôn kim loại bằng cách làm cân bằng điều kiện nhiệt độ quanh hai bề mặt chính của phôi thủy tinh, cụ thể hơn, bằng cách làm cân bằng các nhiệt độ và làm cân bằng tiếp các độ dốc của các thay đổi nhiệt độ. Do đó, nhiệt được dẫn một cách đồng đều từ hai bề mặt chính của phôi thủy tinh đến khuôn kim loại, nhờ đó, giảm nhiệt độ của hai bề mặt chính của phôi thủy tinh một cách gần như cân bằng. Hiển nhiên, để làm cân bằng điều kiện nhiệt độ nêu trên, tốt hơn là, nhiệt độ của các khuôn kim loại được làm cân bằng ngay trước quá trình ép khuôn. Do điều kiện nhiệt độ nêu trên, điều kiện cân bằng nhiệt được tạo ra ở hai bề mặt chính của phôi thủy tinh trong giai đoạn làm nguội. Do vậy, độ nhấp nhô bề mặt của phôi thủy tinh, độ nhấp nhô này có thể bị tạo ra bởi sự biến dạng nhiệt nhỏ trong giai đoạn làm nguội, gần như không xuất hiện. Ngoài ra, vì không có chênh lệch nhiệt độ giữa hai bề mặt chính, nên sự biến dạng nhiệt của phôi thủy tinh đã tạo ra không xuất hiện. Do đó, ví dụ, độ phẳng của phôi thủy tinh đã tạo ra trở nên chính xác là 4 μ m hoặc nhỏ hơn.

(a) Quá trình ép khuôn

Thiết bị 101 được minh họa trên Fig.4 bao gồm bốn cụm thiết bị ép 120, 130, 140, và 150 và thiết bị cắt 160. Thiết bị cắt 160 được bố trí trên đường dẫn thủy tinh nóng chảy mà chảy ra từ cửa xả thủy tinh nóng chảy 111. Trong thiết bị 101, tảng thủy tinh nóng chảy được cắt bằng thiết bị cắt 160 được đẩy rơi xuống dưới, và tảng thủy tinh này được ép từ hai bên đường rơi xuống của tảng thủy tinh trong khi nằm giữa các bề mặt của hai khuôn, nhờ đó, tạo ra phôi thủy tinh.

Cụ thể là, như được minh họa trên Fig.4, trong thiết bị 101, bốn cụm thiết bị ép 120, 130, 140, và 150 được bố trí ở khoảng 90⁰ quanh cửa xả thủy tinh nóng chảy 111.

Mỗi thiết bị ép 120, 130, 140, và 150 được dẫn động bằng một cơ cấu dịch chuyển (không được minh họa) để có thể tiến lên và lùi lại so với cửa xả thủy tinh nóng chảy 111. Cụ thể là, mỗi thiết bị ép 120, 130, 140, và 150 có thể được dịch chuyển giữa vị trí đón nhận và vị trí lùi lại. Vị trí đón nhận (vị trí trong đó

thiết bị ép 140 được vẽ bằng đường nét liền trên Fig.4) ở ngay dưới cửa xả thủy tinh nóng chảy 111. Vị trí lùi lại (các vị trí trong đó các thiết bị ép 120, 130, và 150 được vẽ bằng các đường nét liền trên Fig.4 và vị trí trong đó các thiết bị ép 140 được vẽ bằng đường nét đứt trên Fig.4) ở cách xa cửa xả thủy tinh nóng chảy 111. Mỗi thiết bị ép 120, 130, và 150 có thể dịch chuyển giữa vị trí đón nhận và vị trí lùi lại.

Thiết bị cắt 160 được bố trí trên đường dẫn thủy tinh nóng chảy giữa vị trí đón nhận và cửa xả thủy tinh nóng chảy 111. Thiết bị cắt 160 tạo thành khối mềm, mà là tầng thủy tinh nóng chảy, bằng cách cắt một lượng thủy tinh nóng chảy thích hợp chảy ra từ cửa xả thủy tinh nóng chảy 111. Thiết bị cắt 160 bao gồm hai lưỡi cắt 161 và 162. Các lưỡi cắt 161 và 162 được dẫn động để giao nhau trên đường dẫn thủy tinh nóng chảy tại thời gian không đổi. Khi các lưỡi cắt 161 và 162 giao nhau, thủy tinh nóng chảy được cắt để thu được khối mềm. Khối mềm đã thu được rơi xuống dưới tới vị trí đón nhận.

Thiết bị ép 120 bao gồm khuôn thứ nhất 121, khuôn thứ hai 122, thiết bị dẫn động thứ nhất 123, và thiết bị dẫn động thứ hai 124 (xem Fig.4). Mỗi khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 là khuôn kim loại dạng phẳng bao gồm bề mặt ép khuôn được sử dụng để thực hiện quá trình ép khuôn khối mềm. Bề mặt ép khuôn là phẳng và không có phần nhô ra, không giống khuôn kim loại thông thường. Khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 được bố trí để các hướng bình thường của các bề mặt trở nên gần như nằm ngang, và để các bề mặt song song với nhau. Thiết bị dẫn động thứ nhất 123 khiến khuôn thứ nhất 121 tiến lên và lùi lại liên quan đến khuôn thứ hai 122. Mặt khác, thiết bị dẫn động thứ hai 124 khiến khuôn thứ hai 122 tiến lên và lùi lại liên quan đến khuôn thứ nhất 121. Mỗi thiết bị dẫn động thứ nhất 123 và thiết bị dẫn động thứ hai 124 bao gồm cơ cấu để khiến bề mặt của thiết bị dẫn động thứ nhất 123 và bề mặt của thiết bị dẫn động thứ hai 124 tiếp xúc chặt với nhau một cách nhanh chóng, ví dụ, cơ cấu trong đó xi lanh nén không khí hoặc solenoit và lò xo cuộn được kết hợp.

Vì các kết cấu của các thiết bị ép 130, 140, và 150 là tương tự như kết cấu của thiết bị ép 120, nên phần mô tả các thiết bị ép 130, 140, và 150 không được thực hiện.

Sau khi mỗi thiết bị ép dịch chuyển đến vị trí đón nhận, khối mềm đang chảy xuống được cho vào giữa khuôn thứ nhất 123 và khuôn thứ hai 124 bằng cách dẫn động thiết bị dẫn động thứ nhất và thiết bị dẫn động thứ hai, và khối mềm được tạo ra có chiều dày định trước đồng thời được làm nguội một cách nhanh chóng xuống điểm biến dạng, nhờ đó, tạo ra phôi thủy tinh dạng đĩa G. Sau đó, sau khi thiết bị ép dịch chuyển đến vị trí lùi lại, khuôn thứ nhất và khuôn thứ hai được tách ra để khiến phôi thủy tinh đã tạo ra G rơi xuống dưới. Lưu ý là, điểm biến dạng là nhiệt độ tương ứng với độ nhớt là $10^{14,7}$ dPa · giây, và có thể được đo theo phương pháp được xác định theo JIS R3103-2:2001. Bảng tải thứ nhất 171, bảng tải thứ hai 172, bảng tải thứ ba 173, và bảng tải thứ tư 174 được bố trí lần lượt ở dưới các vị trí lùi lại của các thiết bị ép 120, 130, 140, và 150. Mỗi bảng tải từ thứ nhất 171 đến thứ tư 174 đón nhận phôi thủy tinh G rơi xuống từ thiết bị ép tương ứng, và mỗi bảng tải vận chuyển phôi thủy tinh G đến thiết bị (không được minh họa) của quá trình tiếp theo.

Thiết bị 101 có cấu trúc để các thiết bị ép 120, 130, 140, và 150 lần lượt dịch chuyển đến vị trí đón nhận và dịch chuyển đến vị trí lùi lại trong khi khối mềm đang ở giữa, để phôi thủy tinh G có thể được tạo ra một cách liên tục mà không phải chờ quá trình làm nguội phôi thủy tinh G trong mỗi thiết bị ép.

Fig.5A đến Fig.5C minh họa quá trình ép khuôn được thực hiện bởi thiết bị 101 một cách cụ thể hơn. Fig.5A là hình vẽ minh họa trạng thái trước khi khối mềm được tạo ra, Fig.5B là hình vẽ minh họa trạng thái trong đó khối mềm được tạo ra bằng thiết bị cắt 160, và Fig.5C là hình vẽ minh họa trạng thái trong đó phôi thủy tinh dạng đĩa G được tạo ra bằng cách ép khối mềm. Các bề mặt chính của phôi thủy tinh dạng đĩa G là phẳng.

Như được minh họa trên Fig.5A, vật liệu thủy tinh nóng chảy L_G chảy ra liên tục từ cửa xả thủy tinh nóng chảy 111. Tại điểm này, thiết bị 101 dẫn động thiết bị cắt 160 tại thời gian định trước để cắt vật liệu thủy tinh nóng chảy L_G bằng cách sử dụng các lưỡi cắt 161 và 162 (Fig.5B). Do đó, thủy tinh nóng chảy đã được cắt trở thành khối mềm gần như hình cầu G_G do sức căng bề mặt. Trong ví dụ được minh họa trên Fig.5, lượng chảy ra trên đơn vị thời gian của vật liệu thủy tinh nóng chảy L_G và khoảng dẫn động của thiết bị cắt 160 được điều chỉnh

để khối mềm G_G có bán kính khoảng 10mm được tạo ra mỗi khi thiết bị cắt 160 được dẫn động.

Khối mềm G_G đã tạo ra chảy xuống dưới đến khe giữa khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 của thiết bị ép 120. Tại điểm này, thiết bị dẫn động thứ nhất 123 và thiết bị dẫn động thứ hai 124 (xem Fig.4) được dẫn động tại thời gian mà khối mềm G_G đi vào khe giữa khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122. Sau đó, khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 tiến lại gần nhau, và tiếp xúc với khối mềm G_G . Do đó, như được minh họa trên Fig.5C, khối mềm G_G được đỡ (đón nhận) giữa khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122. Bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122 tiến lại gần nhau với khe rất nhỏ ở giữa, và khối mềm G_G nằm giữa bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122 được tạo thành dạng tấm mỏng. Miếng đệm nhô ra 122b được bố trí trên bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122 để duy trì không đổi khe giữa bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122. Cụ thể là, miếng đệm 122b của khuôn thứ hai tiếp giáp trên bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121, nhờ đó, khe giữa bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122 được duy trì không đổi để tạo khoảng trống dạng đĩa.

Khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 được trang bị cơ cấu điều khiển nhiệt độ (không được thể hiện trên hình vẽ), và khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 nằm trong môi trường có nhiệt độ giống nhau. Các nhiệt độ ở khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 là giống nhau và được giữ ở mức đủ thấp hơn nhiệt độ chuyển thủy tinh T_G của thủy tinh nóng chảy L_G . Cụ thể là, khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 ở cùng điều kiện nhiệt độ trước quá trình ép khuôn.

Thời gian cho đến khi khối mềm G_G hoàn toàn nằm giữa khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 sau khi khối mềm G_G tiếp xúc với bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 hoặc bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122 gần như cùng lúc (chênh lệch thời gian là 10ms hoặc nhỏ hơn) là rất ngắn, vào khoảng 0,06 giây trong thiết bị 101. Do đó, khối mềm G_G được tạo thành dạng

gần giống như đĩa bằng cách trải dọc theo bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122 trong thời gian cực ngắn, và khối mềm G_G được làm nguội một cách nhanh chóng và đông cứng ở dạng thủy tinh vô định hình, nhờ đó, tạo ra phôi thủy tinh dạng đĩa G. Ví dụ, theo phương án này, phôi thủy tinh G là tấm có dạng đĩa có đường kính nằm trong khoảng từ 75mm đến 80mm và có chiều dày khoảng 1mm.

Sau khi khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 được đóng, thiết bị ép 120 nhanh chóng dịch chuyển đến vị trí lùi lại, ngược lại, thiết bị ép 130 dịch chuyển đến vị trí đón nhận, và thiết bị ép 130 thực hiện thao tác ép khối mềm G_G .

Sau khi thiết bị ép 120 dịch chuyển đến vị trí lùi lại, khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 được duy trì ở trạng thái đóng cho đến khi phôi thủy tinh G được làm nguội đủ (cho đến khi phôi thủy tinh G ít nhất có nhiệt độ dưới điểm khởi lưu). Sau đó, thiết bị dẫn động thứ nhất 123 và thiết bị dẫn động thứ hai 124 được dẫn động để tách khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122, phôi thủy tinh G rơi xuống từ thiết bị ép 120, và băng tải 171 ở dưới thiết bị ép 120 đón nhận phôi thủy tinh G (xem Fig.4).

Như mô tả trên đây, trong thiết bị 101, khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 ở cùng điều kiện nhiệt độ được đóng trong khoảng thời gian rất ngắn, vào khoảng 0,1 giây (khoảng 0,06 giây), và thủy tinh nóng chảy gần như đồng thời tiếp xúc với toàn bộ bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và toàn bộ bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122. Do đó, bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122 không bị làm nóng cục bộ, và biến dạng gần như không xảy ra trên bề mặt bao trong 121a và bề mặt bao trong 122a. Do thủy tinh nóng chảy được tạo thành dạng đĩa trước khi nhiệt được dẫn từ thủy tinh nóng chảy đến khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122, sự phân bố nhiệt độ của phôi thủy tinh đã tạo ra trở nên gần như đồng đều sau khi quá trình ép khuôn bắt đầu ít nhất cho tới khi nhiệt độ của phôi thủy tinh giảm xuống điểm biến dạng, tiếp tục cho đến khi quá trình ép khuôn kết thúc. Trong quá trình ép, mặc dù nhiệt được dẫn, các nhiệt độ khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122, các khuôn này kẹp phôi thủy tinh ở giữa

ngay sau quá trình ép, là giống nhau vì các lý do dưới đây. Cụ thể là, vì khối mềm G_G đang rơi xuống nằm trong môi trường nhiệt độ không đổi, nên khối mềm G_G có sự phân bố nhiệt độ đẳng hướng. Ngoài ra, vì khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 ở trong môi trường có cùng nhiệt độ, nên chúng ở cùng điều kiện nhiệt độ trước khi ép. Do vậy, mặc dù khối mềm G_G tiếp xúc với khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122, và sau đó, nhiệt được dẫn từ khối mềm G_G đến khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122, các nhiệt độ khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 là giống nhau ngay sau khi ép. Cụ thể là, điều kiện nhiệt độ được làm cân bằng quanh hai bề mặt chính của phôi thủy tinh ngay sau khi ép. Do vậy, không có chênh lệch nhiệt độ giữa hai bề mặt chính của phôi thủy tinh, trong thời gian phôi thủy tinh được làm nguội trong khoảng thời gian nhất định trong khi nằm ở giữa khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122, cụ thể là, trong khi nhiệt độ giảm ít nhất là xuống điểm biến dạng, và ngay cả tại thời gian quá trình ép kết thúc. Do đó, điều kiện cân bằng nhiệt được tạo ra ở hai bề mặt chính của phôi thủy tinh.

Trong khi phôi thủy tinh được làm nguội, phôi thủy tinh có sự phân bố nhỏ về lượng co ngót, và do đó, biến dạng lớn không xảy ra trong phôi thủy tinh G. Do đó, độ phẳng của bề mặt chính của phôi thủy tinh G đã tạo ra được tăng so với phôi thủy tinh được tạo ra bằng quá trình ép khuôn thông thường, vì phôi thủy tinh G được ép giữa các bề mặt ép khuôn của bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122 để độ phẳng trở nên gần như giống nhau. Do đó, có thể đạt được độ phẳng đích của bề mặt chính cần thiết như nền thủy tinh dùng cho đĩa từ.

Lưu ý là, khi thực hiện quá trình mài bằng các hạt mài cố định, sẽ được mô tả dưới đây, các phần nhấp nhô bề mặt của bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122 có thể được điều chỉnh để thu được đặc tính quang trong đó hệ số mờ là 20% hoặc lớn hơn trong phôi thủy tinh đã tạo ra G. Độ nhám bề mặt của bề mặt bao trong 121a và độ nhám bề mặt của bề mặt bao trong 122a có thể được điều chỉnh để độ nhám trung bình số học R_a của phôi thủy tinh G nằm trong khoảng từ $0,01\mu\text{m}$ đến $10\mu\text{m}$, tốt hơn là, nằm trong khoảng từ $0,01\mu\text{m}$ đến $1\mu\text{m}$. Do phôi thủy tinh đã

tạo ra được mài bằng các hạt mài cố định, nên nó có chiều dày lớn hơn chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ, ví dụ, lớn hơn chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ nằm trong khoảng từ $10\mu\text{m}$ đến $150\mu\text{m}$. Do chiều dày của phôi thủy tinh phụ thuộc vào miếng đệm 122b, nên tốt hơn là, chiều dày của miếng đệm 122b có thể lớn hơn chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ nằm trong khoảng từ $10\mu\text{m}$ đến $150\mu\text{m}$.

Mặt khác, khi không thực hiện quá trình mài bằng các hạt mài cố định, các phần nhấp nhô bề mặt của bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122 có thể được điều chỉnh để độ nhám bề mặt của phôi thủy tinh đã tạo ra G là $0,2\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn. Trong trường hợp này, vì quá trình mài không được thực hiện đối với phôi thủy tinh thu được từ quá trình ép khuôn, chiều dày của miếng đệm 122b có thể được điều chỉnh để chiều dày của phôi thủy tinh là bằng chiều dày đích của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ.

Theo ví dụ được minh họa trên Fig.5, khối mềm gần như hình cầu G_G được tạo ra bằng cách cắt thủy tinh nóng chảy L_G đang chảy ra bằng cách sử dụng các lưỡi cắt 161 và 162. Tuy nhiên, khi độ nhót của vật liệu thủy tinh nóng chảy L_G là nhỏ so với thể tích của khối mềm G_G sẽ được cắt, thì thủy tinh sẽ không có hình dạng gần như hình cầu chỉ bằng cách cắt thủy tinh nóng chảy L_G , và khối mềm không được tạo ra. Trong các trường hợp đó, khuôn tạo khối mềm được sử dụng để tạo ra khối mềm.

Fig.6A đến Fig.6C là các hình vẽ minh họa một cải biến của phương án trên Fig.5. Khuôn tạo khối mềm được sử dụng trong cải biến này. Fig.6A là hình vẽ minh họa trạng thái trước khi khối mềm được tạo ra, Fig.6B là hình vẽ minh họa trạng thái trong đó khối mềm G_G được tạo ra bởi thiết bị cắt 160 và khuôn tạo khối mềm 180, và Fig.6C là hình vẽ minh họa trạng thái trong đó quá trình ép khuôn được thực hiện đối với khối mềm G_G để tạo ra phôi thủy tinh G.

Như được minh họa trên Fig.6A, đường dẫn thủy tinh nóng chảy L_G đến thiết bị ép 120 được đóng bằng cách đóng các khối 181 và 182, và tảng thủy tinh nóng chảy L_G được cắt bằng thiết bị cắt 160 được đưa vào rãnh 180C được tạo ra bởi các khối 181 và 182. Sau đó, như được minh họa trên Fig.6B, thủy tinh

nóng chảy L_G mà trở thành dạng hình cầu trong rãnh 180C rơi xuống dưới đến thiết bị ép 120 cùng lúc khi mở các khối 181 và 182. Khi rơi xuống dưới đến thiết bị ép 120, khối mềm G_G trở thành dạng hình cầu do sức căng bề mặt của thủy tinh nóng chảy L_G . Như được minh họa trên Fig.6C, trong khi khối mềm G_G rơi xuống, khối mềm hình cầu G_G sẽ tiếp xúc với khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 gần như đồng thời (chênh lệch thời gian là 10ms hoặc nhỏ hơn), và nằm giữa khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 sẽ được ép khuôn, nhờ đó, tạo ra phôi thủy tinh dạng đĩa G. Trong quá trình ép khuôn được minh họa trên Fig.6A đến Fig.6C, các nhiệt độ khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 là giống nhau giống như quá trình ép khuôn được minh họa trên Fig.5A đến 5C. Cụ thể là, điều kiện nhiệt độ được làm cân bằng quanh hai bề mặt chính của vật liệu thủy tinh ngay sau khi ép. Do đó, các nhiệt độ hai bề mặt chính của phôi thủy tinh luôn luôn giống nhau trong thời gian phôi thủy tinh được làm nguội trong khoảng thời gian nhất định trong khi nằm giữa khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122. Do vậy, điều kiện cân bằng nhiệt được tạo ra ở hai bề mặt chính của phôi thủy tinh.

Theo cách khác, như được minh họa trên Fig.7A đến Fig.7D, trong thiết bị 101, thay vì sử dụng thiết bị cắt 160 được minh họa trên Fig.6A đến Fig.6C, cơ cấu dịch chuyển mà dịch chuyển khuôn tạo khối mềm 180 theo hướng ngược dòng hoặc hướng xuôi dòng dọc theo đường dẫn thủy tinh nóng chảy L_G có thể được sử dụng. Fig.7A đến Fig.7D là các hình vẽ minh họa một cải biến trong đó khuôn tạo khối mềm 180 được sử dụng. Fig.7A và Fig.7B là các hình vẽ minh họa trạng thái trước khi khối mềm G_G được tạo ra, Fig.7C là hình vẽ minh họa trạng thái trong đó khối mềm G_G được tạo ra bằng khuôn tạo khối mềm 180, và Fig.7D là hình vẽ minh họa trạng thái trong đó quá trình ép khuôn được thực hiện đối với khối mềm G_G để tạo ra phôi thủy tinh G.

Như được minh họa trên Fig.7A, rãnh 180C được tạo ra bởi các khối 181 và 182 đón nhận thủy tinh nóng chảy L_G đang chảy ra từ cửa xả thủy tinh nóng chảy 111. Như được minh họa trên Fig.7B, các khối 181 và 182 được dịch chuyển một cách nhanh chóng đến phía xuôi dòng của dòng thủy tinh nóng chảy L_G ở thời gian định trước, nhờ đó, cắt thủy tinh nóng chảy L_G . Sau đó, như được

minh họa trên Fig.7C, các khối 181 và 182 được tách ở thời gian định trước. Do đó, thủy tinh nóng chảy L_G được giữ bởi các khối 181 và 182 rơi xuống dưới cùng lúc, và khối mềm G_G trở thành dạng hình cầu do sức căng bề mặt của thủy tinh nóng chảy L_G . Khối mềm hình cầu G_G tiếp xúc với khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 gần như cùng lúc (chênh lệch thời gian là 10ms hoặc nhỏ hơn), và nằm giữa khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 sẽ được ép khuôn, nhờ đó, tạo ra phôi thủy tinh dạng đĩa G.

Trong quá trình ép khuôn được minh họa trên Fig.7A đến Fig.7D, các nhiệt độ khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 là giống nhau giống như quá trình ép khuôn được minh họa trên Fig.5A đến Fig.5C. Cụ thể là, điều kiện nhiệt độ được làm cân bằng quanh hai bề mặt chính của vật liệu thủy tinh ngay sau khi ép. Do đó, các nhiệt độ ở hai bề mặt chính của phôi thủy tinh luôn luôn giống nhau trong thời gian phôi thủy tinh được làm nguội trong khoảng thời gian nhất định trong khi nằm giữa khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122. Do vậy, điều kiện cân bằng nhiệt được tạo ra ở hai bề mặt chính của phôi thủy tinh.

Fig.8A đến Fig.8C là các hình vẽ minh họa một cải biến khác trong đó, thay vì khối mềm G_G , tầng thủy tinh quang học C_P được nung nóng bằng lò nung làm mềm (không được minh họa) được cho rơi xuống dưới và quá trình ép khuôn được thực hiện đối với tầng C_P khi tầng C_P được kẹp từ hai phía bên giữa các khuôn 221 và 222 trong khi tầng C_P đang rơi. Fig.8A là hình vẽ minh họa trạng thái trước khi tầng thủy tinh quang học đã được nung nóng được tạo ra, Fig.8B là hình vẽ minh họa trạng thái trong đó tầng thủy tinh quang học rơi xuống, và Fig.8C là hình vẽ minh họa trạng thái trong đó quá trình ép khuôn được thực hiện đối với tầng thủy tinh quang học để tạo ra phôi thủy tinh G.

Như được minh họa trên Fig.8A, trong thiết bị 201, cơ cấu đón nhận vật liệu thủy tinh 212 vận chuyển tầng thủy tinh quang học C_P đến một vị trí trên thiết bị ép 220. Như được minh họa trên Fig.8B, cơ cấu đón nhận vật liệu thủy tinh 212 nhả tầng thủy tinh quang học C_P để tầng thủy tinh quang học C_P rơi xuống dưới. Như được minh họa trên Fig.8C, trong khi tầng thủy tinh quang học C_P rơi xuống, tầng C_P tiếp xúc với khuôn thứ nhất 221 và khuôn thứ hai 222 gần như cùng lúc (chênh lệch thời gian là 10ms hoặc nhỏ hơn), và nằm giữa khuôn

thứ nhất 221 và khuôn thứ hai 222 sẽ được ép khuôn, nhờ đó, tạo ra phôi thủy tinh dạng đĩa G. Do khuôn thứ nhất 221 và khuôn thứ hai 222 có cùng cấu trúc và chức năng như khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 được minh họa trên Fig.5, nên phần mô tả các khuôn này không được thực hiện.

Trong quá trình ép khuôn được minh họa trên Fig.8A đến Fig.8C, các nhiệt độ của khuôn thứ nhất 221 và khuôn thứ hai 222 là giống nhau giống như quá trình ép khuôn được minh họa trên Fig.5A đến Fig.5C. Cụ thể là, điều kiện nhiệt độ được làm cân bằng quanh hai bề mặt chính của vật liệu thủy tinh ngay sau khi ép. Do đó, các nhiệt độ hai bề mặt chính của phôi thủy tinh luôn luôn là giống nhau trong thời gian phôi thủy tinh được làm nguội trong khoảng thời gian nhất định trong khi nằm giữa khuôn thứ nhất 221 và khuôn thứ hai 222. Do vậy, điều kiện cân bằng nhiệt được tạo ra ở hai bề mặt chính của phôi thủy tinh.

(b) Quá trình khía

Sau quá trình ép khuôn, quá trình khía được thực hiện đối với phôi thủy tinh đã tạo ra G như được minh họa trên Fig.3A (bước S20).

Như được sử dụng ở đây, quá trình khía có nghĩa là hai đường cắt trên mặt phẳng đồng tâm (đồng tâm trong và đồng tâm ngoài) (vết xước ở dạng đường cắt) được tạo ra trên bề mặt của phôi thủy tinh G bằng mũi khía được làm bằng siêu hợp kim hoặc các hạt kim cương để đạt được hình dạng bánh tròn (hình dạng vòng) của phôi thủy tinh đã tạo ra G có kích cỡ định trước. Phôi thủy tinh G được khía hai vòng tròn đồng tâm được nung nóng một phần, và một phần bên ngoài vòng tròn đồng tâm ngoài và một phần bên trong vòng tròn đồng tâm trong được loại bỏ bởi chênh lệch giãn nở nhiệt của phôi thủy tinh G, nhờ đó, thu được tấm vật liệu thủy tinh có dạng bánh tròn.

Như mô tả trên đây, đường cắt trên mặt phẳng có thể được tạo ra một cách thích hợp bằng mũi khía, vì phôi thủy tinh G được tạo ra qua (a) quá trình ép khuôn có độ nhám là $0,01\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn. Trong trường hợp trong đó độ nhám của tấm vật liệu thủy tinh lớn hơn $1\mu\text{m}$, mũi khía không chạy một cách chính xác trên bề mặt, và đường cắt trên mặt phẳng có thể không được tạo ra một cách đồng đều. Ngay cả trong trường hợp do đó, tấm vật liệu thủy tinh có thể được tạo ra để có đường kính ngoài và độ tròn đến mức mà không cần thực hiện khía,

và lỗ tròn được tạo ra trong tấm vật liệu thủy tinh bằng mũi khoan lõi, nhờ đó, thu được tấm vật liệu thủy tinh dạng vòng.

(c) Quá trình xử lý tạo hình (quá trình cắt vát)

Sau đó, quá trình xử lý tạo hình được thực hiện đối với phôi thủy tinh G đã được khía (bước S30). Quá trình xử lý tạo hình bao gồm quá trình cắt vát (cắt vát phần đầu mặt bao ngoài và phần đầu mặt bao trong).

Phần đầu mặt bao ngoài và phần đầu mặt bao trong của phôi thủy tinh dạng vòng G được cắt vát bằng cách sử dụng hạt mài kim cương.

(d) Quá trình mài sử dụng các hạt mài cố định

Như mô tả trên đây, quá trình mài này được thực hiện một cách có chọn lựa phụ thuộc vào độ nhấp nhô bề mặt và chiều dày của phôi thủy tinh thu được từ quá trình ép khuôn. Quá trình mài sử dụng các hạt mài cố định được thực hiện theo phương pháp được minh họa trên Fig.3A, và không được thực hiện theo phương pháp được minh họa trên Fig.3B.

Sau đó, quá trình mài được thực hiện đối với phôi thủy tinh dạng vòng G bằng cách sử dụng hạt mài cố định với điều kiện nhấp nhô bề mặt của hai bề mặt chính (bước S40). Ví dụ, quá trình mài bằng cách sử dụng hạt mài cố định có dung sai gia công nằm trong khoảng từ một vài μm đến khoảng $100\mu\text{m}$. Ví dụ, hạt mài cố định có kích cỡ hạt khoảng $10\mu\text{m}$.

Fig.9A là hình chiếu tổng thể của thiết bị được sử dụng để thực hiện quá trình mài, và Fig.9B là hình vẽ minh họa thiết bị truyền tải được sử dụng trong thiết bị trên Fig.9A. Fig.10 là hình vẽ minh họa trạng thái trong đó phôi thủy tinh G đang được mài.

Như được minh họa trên Fig.9A và Fig.10, thiết bị 400 bao gồm tám bề mặt dưới 402, tám bề mặt trên 404, bánh răng trong 406, thiết bị truyền tải 408, đĩa kim cương 410, bánh răng định tinh 412, bánh răng trong 414, bể chứa 416, và chất làm mát 418.

Trong thiết bị 400, bánh răng trong 406 nằm giữa tám bề mặt dưới 402 và tám bề mặt trên 404 theo phương thẳng đứng. Trong quá trình mài, các thiết bị truyền tải 408 được giữ trong bánh răng trong 406. Trên Fig.9B, năm thiết bị truyền tải 408 được giữ. Bề mặt của đĩa kim cương 410 liên kết vào tám bề mặt

dưới 402 và tấm bề mặt trên 404 trong cùng mặt phẳng để tạo thành bề mặt mài. Cụ thể là, phôi thủy tinh G được mài bằng hạt mài cố định trong đó đĩa kim cương 410 được sử dụng.

Như được minh họa trên Fig.9B, phôi thủy tinh G sẽ được mài được giữ trong khi nằm trong lỗ tròn được tạo ra trong mỗi thiết bị truyền tải 408. Trong quá trình mài, hai bề mặt chính của phôi thủy tinh G tiếp giáp đĩa kim cương 410 trong khi nằm giữa tấm bề mặt dưới 402 và tấm bề mặt trên 404.

Mặt khác, phôi thủy tinh G được giữ trên tấm bề mặt dưới 402 bằng thiết bị truyền tải 408 mà bao gồm bánh răng 409 trong mặt bao ngoài. Thiết bị truyền tải 408 ăn khớp bánh răng định tinh 412 và bánh răng trong 414, mà được bố trí trong tấm bề mặt dưới 402. Khi bánh răng định tinh 412 quay theo chiều mũi tên, mỗi thiết bị truyền tải 408 quay quanh bánh răng định tinh 412 trong khi quay theo chiều mũi tên giống như bánh răng hành tinh. Do đó, phôi thủy tinh G được mài bằng cách sử dụng đĩa kim cương 410.

Như được minh họa trên Fig.9A, trong thiết bị 400, bơm 420 cấp chất làm mát 418 trong bể chứa 416 đến tấm bề mặt trên 404, và bơm 420 thu hồi chất làm mát 418 từ tấm bề mặt dưới 402 để đưa chất làm mát 418 trở lại bể chứa 416, nhờ đó tuần hoàn chất làm mát 418. Tại điểm này, chất làm mát 418 loại bỏ mặt được tạo ra trong quá trình mài khỏi bề mặt mài. Cụ thể là, trong thiết bị 400, khi chất làm mát 418 được tuần hoàn, bộ lọc 422 được bố trí trong tấm bề mặt dưới 402 lọc chất làm mát 418 để giữ mặt trong bộ lọc 422.

Bề mặt chính có biên dạng bề mặt được minh họa trên Fig.11A bằng cách thực hiện quá trình mài bằng cách sử dụng hạt mài cố định. Fig.11A là hình vẽ minh họa một ví dụ về biên dạng bề mặt sau quá trình mài bằng cách sử dụng hạt mài cố định, và Fig.11B là hình vẽ minh họa một ví dụ về biên dạng bề mặt sau quá trình mài thông thường bằng cách sử dụng các hạt mài tự do.

Như được minh họa trên Fig.11A, trong phần nhấp nhô bề mặt của phôi thủy tinh G, chỉ phần nhô ra được mài một cách hiệu quả bằng hạt mài cố định, và bề mặt mài có biên dạng trong đó phần rãnh và vết rạn được tạo ra một phần trong phần tương đối phẳng. Hiển nhiên là, phần tương đối phẳng bao gồm phần nhấp nhô có kích cỡ tương ứng với kích cỡ hạt của hạt mài cố định, ví dụ, độ

nhám. Mặt khác, khi quá trình mài được thực hiện bằng cách sử dụng các hạt mài tự do, phần rãnh cũng được loại bỏ cùng với phần nhô ra như được minh họa trên Fig.11B. Do đó, sau khi quá trình mài được thực hiện bằng cách sử dụng các hạt mài tự do, bề mặt phẳng không có biên dạng bề mặt như được minh họa trên Fig.11A trong đó phần phẳng chiếm ưu thế tương đối.

Quá trình mài được thực hiện bằng cách sử dụng hạt mài cố định là không hiệu quả đối với độ nhám nhỏ hơn $0,01\mu\text{m}$ của phần nhấp nhô bề mặt. Cụ thể là, độ nhám của nhỏ hơn $0,01\mu\text{m}$ không được mài bằng hạt mài cố định. Do đó, để thực hiện một cách hiệu quả quá trình mài bằng cách sử dụng hạt mài cố định, độ nhám của phần nhấp nhô bề mặt được điều chỉnh là $0,01\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn trong phôi thủy tinh đã tạo ra G.

Fig.11C là hình vẽ minh họa một ví dụ về biên dạng bề mặt trong đó quá trình mài được thực hiện một cách dễ dàng bằng cách sử dụng hạt mài cố định, trong khi Fig.11D là hình vẽ minh họa một ví dụ về biên dạng bề mặt trong đó quá trình mài rất khó được thực hiện bằng cách sử dụng hạt mài cố định.

Như được minh họa trên Fig.11C, khi phần nhô ra tồn tại cục bộ ở biên dạng bề mặt trong khi độ nhám là $0,01\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn, thì quá trình mài được thực hiện một cách dễ dàng và hiệu quả bằng cách sử dụng hạt mài cố định. Mặt khác, như được minh họa trên Fig.11D, khi phần nhô ra không tồn tại cục bộ và có bề mặt tương đối nhẵn trong biên dạng bề mặt, thì quá trình mài rất khó được thực hiện bằng cách sử dụng hạt mài cố định ngay cả nếu độ nhám là $0,01\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn.

Chênh lệch của biên dạng bề mặt có thể được biểu thị bằng hệ số mờ. Cụ thể là, phôi thủy tinh G có đặc tính quang trong đó hệ số mờ là 20% hoặc lớn hơn không có biên dạng bề mặt được minh họa trên Fig.11D, và quá trình mài rất khó được thực hiện bằng cách sử dụng hạt mài cố định. Do đó, các hình dạng bề mặt của các bề mặt bao trong 121a và 122a của các khuôn 121 và 122 được điều chỉnh để phôi thủy tinh đã tạo ra G có độ nhấp nhô bề mặt và đặc tính quang. Về mặt này, như là đặc tính quang của phôi thủy tinh G theo phương án này, hệ số mờ là 20% hoặc lớn hơn.

Trong thiết bị mài 400, thao tác mài được thực hiện bằng cách sử dụng đĩa

kim cương 410. Theo cách khác, hạt mài cố định trong đó có các hạt kim cương có thể được sử dụng thay vì đĩa kim cương 410. Ví dụ, viên mài được tạo ra bằng cách dính kết các hạt kim cương với nhựa có thể được sử dụng trong quá trình mài bằng cách sử dụng hạt mài cố định.

(d) Quá trình đánh bóng rìa

Sau khi quá trình mài được thực hiện bằng cách sử dụng hạt mài cố định, quá trình đánh bóng rìa được thực hiện đối với phôi thủy tinh G (bước S50).

Trong quá trình đánh bóng rìa, quá trình hoàn thiện bề mặt gương được thực hiện đối với bề mặt đầu phía mặt bao trong và bề mặt đầu phía mặt bao ngoài của phôi thủy tinh G bằng cách đánh bóng bằng chổi. Tại điểm này, bột mài chứa các hạt mịn như xeri oxit làm các hạt mài tự do được sử dụng. Bụi làm bẩn và khuyết tật như vết nứt được loại bỏ bằng cách thực hiện quá trình đánh bóng rìa. Do đó, có thể ngăn được việc tạo ra vết rộp do nhiệt, và việc tạo ra các ion như natri và kali mà gây ra vấn đề mài mòn.

(e) Quá trình đánh bóng thứ nhất (đánh bóng bề mặt chính)

Tiếp theo, quá trình đánh bóng thứ nhất được thực hiện đối với bề mặt chính đã được mài của phôi thủy tinh G (bước S60). Ví dụ, quá trình đánh bóng thứ nhất có dung sai gia công nằm trong khoảng từ một vài μm đến khoảng $50\mu\text{m}$.

Quá trình đánh bóng thứ nhất là nhằm loại bỏ vết nứt còn lại trên bề mặt chính sau quá trình mài sử dụng hạt mài cố định và biến dạng. Thiết bị 400 được sử dụng trong quá trình mài (bước S40) bằng cách sử dụng hạt mài cố định được sử dụng ở quá trình đánh bóng thứ nhất. Tại điểm này, quá trình đánh bóng thứ nhất khác quá trình mài bằng cách sử dụng hạt mài cố định ở các đặc điểm dưới đây:

- bột chứa các hạt mài tự do lẫn lộn được sử dụng thay vì hạt mài cố định;
- chất làm mát không được sử dụng; và
- máy đánh bóng nhựa được sử dụng thay cho đĩa kim cương 410.

Ví dụ, bột chứa các hạt mịn lẫn lộn như xeri oxit (kích cỡ hạt: đường kính nằm trong khoảng từ $1\mu\text{m}$ đến khoảng $2\mu\text{m}$) được sử dụng làm các hạt mài tự do được sử dụng ở bước đánh bóng thứ nhất.

(f) Quá trình làm tăng độ bền hóa học

Sau quá trình đánh bóng thứ nhất, phôi thủy tinh G được làm tăng độ bền hóa học (bước S60).

Ví dụ, dung dịch hỗn hợp chứa kali nitrua (60%) và natri sulfat (40%) có thể được sử dụng như là dung dịch làm tăng độ bền hóa học. Ví dụ, trong quá trình làm tăng độ bền hóa học, dung dịch làm tăng độ bền hóa học được đun nóng đến nhiệt độ 300°C đến 400°C, phôi thủy tinh G đã được rửa được nung nóng từ trước đến nhiệt độ 200°C đến 300°C, và phôi thủy tinh G được nhúng trong dung dịch làm tăng độ bền hóa học trong ba giờ đến bốn giờ. Tốt hơn là, để toàn bộ các bề mặt chính của phôi thủy tinh G được làm tăng độ bền hóa học, quá trình nhúng được thực hiện trong khi phôi thủy tinh G nằm trong thiết bị giữ bằng cách giữ phôi thủy tinh G ở các mặt đầu.

Khi phôi thủy tinh G được nhúng trong dung dịch làm tăng độ bền hóa học, ion lithi và ion natri trong lớp bề mặt của phôi thủy tinh G được thế lẫn lượt bởi ion natri và ion kali mà có các bán kính ion tương đối lớn trong dung dịch làm tăng độ bền hóa học, nhờ đó, làm tăng độ bền phôi thủy tinh G. Phôi thủy tinh G mà đã được thực hiện xử lý làm tăng độ bền hóa học được rửa. Ví dụ, sau khi rửa phôi thủy tinh G bằng cách sử dụng axit sulfuric, phôi thủy tinh G được rửa bằng cách sử dụng nước tinh khiết và IPA (rượu isopropyl).

(g) Quá trình đánh bóng thứ hai (đánh bóng sau cùng)

Sau đó, quá trình đánh bóng thứ hai được thực hiện đối với phôi thủy tinh G mà đã được thực hiện quá trình làm tăng độ bền hóa học và rửa một cách hiệu quả (bước S80). Ví dụ, quá trình đánh bóng thứ hai có dung sai gia công khoảng 1 μm .

Quá trình đánh bóng thứ hai là nhằm đánh bóng bề mặt gương của bề mặt chính. Thiết bị 400 mà được sử dụng trong quá trình mài (bước S40) bằng cách sử dụng hạt mài cố định và quá trình đánh bóng thứ nhất (bước S60) được sử dụng trong quá trình đánh bóng thứ hai. Tại điểm này, quá trình đánh bóng thứ hai khác quá trình đánh bóng thứ nhất ở các đặc điểm dưới đây:

loại và kích cỡ hạt của các hạt mài tự do, và
độ cứng của máy đánh bóng nhựa.

Ví dụ, bột chứa các hạt mịn lẫn lộn như silic oxit dính (kích cỡ hạt: đường kính khoảng $0,1\mu\text{m}$) được sử dụng làm các hạt mài tự do được sử dụng trong quá trình đánh bóng thứ hai.

Sau đó, phôi thủy tinh G đã được đánh bóng được rửa. Chất tẩy rửa trung tính, nước tinh khiết, và IPA được sử dụng trong quá trình rửa.

Nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 có độ nhấp nhô bề mặt, trong đó đạt được độ phẳng của bề mặt chính là $4\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn và độ nhám của bề mặt chính là $0,2\text{nm}$ hoặc nhỏ hơn bằng quá trình đánh bóng thứ hai.

Sau đó, như được minh họa trên Fig.1, các lớp 3A và 3B như các lớp từ được cho lắng đọng trên nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 để tạo ra đĩa từ 1.

Lưu đồ thực hiện phương pháp sản xuất được minh họa trên Fig.3 được mô tả trên đây. Trong lưu đồ trên Fig.3, quá trình khía (bước S20) và quá trình xử lý tạo hình (bước S30) được thực hiện giữa quá trình mài bằng cách sử dụng hạt mài cố định (bước S40) và quá trình đánh bóng thứ nhất (bước S60), và quá trình làm tăng độ bền hóa học (bước S70) được thực hiện giữa quá trình đánh bóng thứ nhất (bước S60) và quá trình đánh bóng thứ hai (bước S80). Tuy nhiên, trình tự không giới hạn ở phương án mô tả trên đây. Với điều kiện là quá trình mài sử dụng hạt mài cố định (bước S40), quá trình đánh bóng thứ nhất (bước S60), và quá trình đánh bóng thứ hai (bước S80) được thực hiện theo thứ tự này, quá trình khía (bước S20), quá trình xử lý tạo hình (bước S30), và quá trình làm tăng độ bền hóa học (bước S70) có thể được thay thế một cách thích hợp.

Theo phương án này, không giống như phương pháp thông thường, không thực hiện quá trình mài hai lần (quá trình mài thứ nhất và quá trình mài thứ hai) bằng cách sử dụng các hạt mài tự do, quá trình đánh bóng thứ nhất và quá trình đánh bóng thứ hai được thực hiện đối với phôi thủy tinh đã tạo ra G. Theo cách khác, theo phương án này, quá trình đánh bóng thứ nhất và quá trình đánh bóng thứ hai được thực hiện đối với phôi thủy tinh đã tạo ra G sau khi quá trình mài một lần được thực hiện bằng cách sử dụng các hạt mài cố định. Lý do có thể bỏ qua ít nhất một quá trình mài là vì phôi thủy tinh có bề mặt chính có độ phẳng đích cần thiết cho nền thủy tinh dùng cho đĩa từ được tạo ra.

Lưu ý là, trong quá trình mài bằng cách sử dụng hạt mài cố định, như được

minh họa trên Fig.11A, chỉ phần nhô ra ở biên dạng bề mặt có thể được ưu tiên được mài, và dung sai gia công có thể được loại bỏ trong quá trình đánh bóng thứ nhất và quá trình đánh bóng thứ hai trong quá trình xử lý sau. Ví dụ, tổng dung sai gia công có thể được thiết đặt nằm trong khoảng từ 100 μ m đến 200 μ m trong quá trình mài và đánh bóng. Do vậy, tốt hơn là, phôi thủy tinh G có chiều dày lớn hơn chiều dày đích của nền thủy tinh 2 được sử dụng cho đĩa từ nằm trong khoảng từ 100 μ m đến 200 μ m, và phôi thủy tinh G được xử lý đến chiều dày đích bằng cách mài và đánh bóng.

Dung sai gia công trong quá trình mài thông thường (quá trình mài thứ nhất và quá trình mài thứ hai) và quá trình đánh bóng (quá trình đánh bóng thứ nhất và quá trình đánh bóng thứ hai) lớn hơn 200 μ m làm giảm độ phẳng của phôi thủy tinh đã tạo ra. Cụ thể là, dung sai gia công được thiết đặt lớn hơn quá trình mài thứ nhất và quá trình mài thứ hai thông thường. Khi phôi thủy tinh G được mài nhiều trong các quá trình thông thường, vết rạn sâu sẽ xuất hiện mặc dù độ phẳng được tăng. Do đó, dung sai gia công chắc chắn sẽ tăng trong quá trình đánh bóng thứ nhất và quá trình đánh bóng thứ hai theo các quá trình thông thường. “Vấn đề lắc lư” của phần rìa, trong đó vùng lân cận của phần rìa mặt bao ngoài được làm tròn trong nền thủy tinh, bị gây ra bởi dung sai gia công lớn trong quá trình đánh bóng theo các quá trình thông thường. Việc vùng lân cận của phần rìa mặt bao ngoài được làm tròn là do máy đánh bóng nhựa cứng hoặc nhựa mềm được sử dụng khi thực hiện quá trình đánh bóng thứ nhất và quá trình đánh bóng thứ hai.

Như mô tả trên đây, theo phương án này, phôi thủy tinh được tạo ra để ít nhất một quá trình mài có thể được bỏ qua. Trong quá trình tạo ra phôi thủy tinh, trong quá trình ép phôi thủy tinh bằng các khuôn kim loại, điều kiện nhiệt độ được làm cân bằng quanh hai bề mặt chính của phôi thủy tinh. Điều này cho phép nhiệt được dẫn với điều kiện cân bằng nhiệt được duy trì ở hai bề mặt chính của phôi thủy tinh. Lúc này, vì biến dạng nhiệt không xảy ra đối với phôi thủy tinh đã tạo ra và không có chênh lệch mức độ biến dạng nhiệt đối với cả hai khuôn kim loại, nên độ phẳng của phôi thủy tinh đã tạo ra được tăng. Do vậy, không cần đến các quá trình mài hai lần, và có thể sản xuất nền thủy tinh dùng

cho đĩa từ một cách hiệu quả.

Cụ thể là, như là đĩa từ 1, nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 như được minh họa trên Fig.1B được tích hợp trong thiết bị đĩa cứng trong khi đang được đỡ theo hướng trục bằng trục đứng kim loại có hệ số giãn nở nhiệt lớn. Do vậy, tốt hơn là, hệ số giãn nở nhiệt của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 lớn bằng hệ số giãn nở nhiệt của trục đứng. Về mặt này, thành phần của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 được xác định để hệ số giãn nở nhiệt của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 là lớn. Ví dụ, hệ số giãn nở nhiệt của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 đến 30 đến $100 \times 10^{-7} \text{ (K}^{-1}\text{)}$, tốt hơn là, từ 50 đến $100 \times 10^{-7} \text{ (K}^{-1}\text{)}$. Hệ số giãn nở nhiệt nêu trên là giá trị được tính toán bằng cách sử dụng sự giãn nở nhiệt thẳng của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 ở nhiệt độ là 100°C và 300°C . Khi hệ số giãn nở nhiệt của nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 là nhỏ hơn $30 \times 10^{-7} \text{ (K}^{-1}\text{)}$ hoặc lớn hơn $100 \times 10^{-7} \text{ (K}^{-1}\text{)}$, chênh lệch của hệ số giãn nở nhiệt của trục đứng là lớn, điều này là không được ưu tiên. Về mặt này, khi sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2, điều kiện nhiệt độ được làm cân bằng quanh hai bề mặt chính của phôi thủy tinh. Ví dụ, điều rất quan trọng là phải thực hiện việc điều khiển nhiệt độ để các nhiệt độ của bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122 là gần như giống nhau. Khi các nhiệt độ là gần như giống nhau, tốt hơn là, chênh lệch nhiệt độ là 5°C hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn nữa là, chênh lệch nhiệt độ là 3°C hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là, 1°C hoặc nhỏ hơn. Lưu ý là, chênh lệch nhiệt độ có thể được đọc bằng cách sử dụng cặp nhiệt ở điểm bên trong cách 1mm từ mỗi bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122; các điểm đối diện liên quan đến bề mặt bao trong 121a và bề mặt bao trong 122a (ví dụ, các điểm tương ứng với các vị trí giữa của phôi thủy tinh, hoặc các vị trí giữa của bề mặt bao trong 121a và bề mặt bao trong 122a).

Ngay cả khi thực hiện quá trình mài, dung sai gia công là nhỏ vì độ phẳng của phôi thủy tinh là tuyệt vời. Do đó, do dung sai gia công là nhỏ trong quá trình đánh bóng thứ nhất và quá trình đánh bóng thứ hai, nên “vấn đề lắc lư” được giải quyết.

Vì các điều kiện nhiệt độ của các khuôn kim loại ở hai bên thủy tinh nóng

chảy hoặc thủy tinh mềm ngay trước quá trình ép được làm cân bằng, điều kiện nhiệt độ quanh hai bề mặt chính của phôi thủy tinh được làm cân bằng một cách chính xác trong quá trình ép.

Ngoài ra, thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm ngay trước quá trình ép nằm trong môi trường nhiệt độ không đổi, và sự phân bố nhiệt là đẳng hướng. Do vậy, khi cả hai khuôn kim loại ở hai bên tiến lại gần hơn và tiếp xúc với thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm, thì nhiệt được dẫn đến các khuôn ở hai bên một cách đồng đều. Do đó, điều kiện nhiệt độ quanh hai bề mặt chính của phôi thủy tinh được làm cân bằng một cách chính xác ngay sau quá trình ép khuôn. Phương án cải biến của phương pháp ép khuôn

Trong quá trình ép khuôn theo phương án trên đây (quá trình ép khuôn ở bước S10 được minh họa trên Fig.3A), điều kiện nhiệt độ được làm cân bằng quanh hai bề mặt chính của phôi thủy tinh, và sau đó, nhiệt được dẫn từ hai bề mặt chính của phôi thủy tinh đến các khuôn. Kết quả là, phôi thủy tinh G được ép để sự phân bố nhiệt độ là gần như đồng đều trên các bề mặt ép khuôn. Tuy nhiên, trong quá trình ép khuôn được minh họa trên Fig.3A, sự phân bố nhiệt độ không nhất thiết là đồng đều ở bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122. Ngay cả trong trường hợp do đó, việc điều khiển nhiệt độ có thể được thực hiện cho khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 để các nhiệt độ của các bề mặt của bề mặt bao trong 121a của khuôn thứ nhất 121 và bề mặt bao trong 122a của khuôn thứ hai 122 là gần như giống nhau. Khi việc điều khiển nhiệt độ như vậy được thực hiện, chênh lệch của các nhiệt độ bề mặt bao trong 121a và bề mặt bao trong 122a là 5°C hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn nữa là, chênh lệch của các nhiệt độ là 5°C hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là, 1°C hoặc nhỏ hơn.

Ví dụ, khi sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ theo lưu đồ thực hiện phương pháp sản xuất được minh họa trên Fig.3A, tầng thủy tinh nóng chảy hoặc thủy tinh mềm được cho chảy xuống để thực hiện quá trình ép khuôn. Lúc này, như được minh họa trên Fig.12A, trên khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122, các hồ nhiệt 121d, 122d có thể được tạo ra ở các mặt bao ngoài của bề mặt bao ngoài 121c và bề mặt bao ngoài 122c, mà lần lượt đối diện bề mặt bao trong

121a và bề mặt bao trong 122a. Các hồ nhiệt 121d, 122d có thể được bố trí để bao quanh mặt bao ngoài của phôi thủy tinh dạng đĩa. Do khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 có các hồ nhiệt 121d, 122d, dòng nhiệt xuất hiện như được minh họa trên Fig.12B trong khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122 trong quá trình ép khuôn, và có sự chênh lệch làm mát giữa một phần ở phía mặt bao ngoài và một phần ở phía giữa của phôi thủy tinh trong quá trình ép khuôn. Kết quả là, như được minh họa trên Fig.12C, như là phôi thủy tinh G sau quá trình ép khuôn, phôi thủy tinh lõm có chiều dày mặt cắt giảm từ phía mặt bao ngoài đến phía giữa. Ngay cả trong trường hợp này, độ phẳng của phôi thủy tinh G có thể là độ phẳng đích dành cho nền thủy tinh dùng cho đĩa từ, cụ thể là, 4 μ m hoặc nhỏ hơn. Điều này là do, trong quá trình ép khuôn phôi thủy tinh G, các nhiệt độ của các phần tiếp xúc với phôi thủy tinh ở hai bề mặt bao trong 121a và bề mặt bao trong 122a của các khuôn là gần như giống nhau trong khoảng thời gian bắt đầu ép bằng các khuôn cho đến khi nhiệt độ của phôi thủy tinh G đã được ép giảm xuống điểm biến dạng.

Phôi thủy tinh lõm được tạo ra có chủ ý để thực hiện quá trình mài một cách hiệu quả bằng cách sử dụng đĩa kim cương 410 ở bước 40. Ví dụ, trong quá trình mài, phần rìa ở mặt bao ngoài, dày hơn trong phôi thủy tinh, có thể là phần khởi động khi mài bằng cách sử dụng đĩa kim cương 410. Ngoài ra, dung sai gia công trong quá trình mài có thể bằng một nửa so với phôi thủy tinh mà có chiều dày đồng đều. Ngoài ra, độ vênh của phôi thủy tinh, mà là độ nhấp nhô bề mặt có bước sóng dài hơn bước sóng của độ phẳng, được giảm.

Chênh lệch của chiều dày lớn nhất và chiều dày nhỏ nhất của phôi thủy tinh G có mặt cắt có dạng lõm như được minh họa trên Fig.12C là, ví dụ, 8 μ m hoặc nhỏ hơn.

Sau quá trình ép khuôn, quá trình mài bằng các hạt mài cố định được thực hiện đối với hai bề mặt chính của nền thủy tinh thu được qua các bước S20, S30 được minh họa trên Fig.3A (bước S40). Sau đó, qua bước S50, quá trình đánh bóng thứ nhất ở bước S60 được thực hiện bằng cách sử dụng máy đánh bóng nhựa như để đánh bóng. Sau đó, nền thủy tinh dùng cho đĩa từ 2 được sản xuất qua bước S70 đến S80. Lúc này, tốt hơn là, chiều dày của nền thủy tinh thu được

bằng quá trình đánh bóng thứ hai nằm trong khoảng từ 80% đến 96% của chiều dày lớn nhất của phôi thủy tinh G.

Ngay cả với phương án ép khuôn này, phôi thủy tinh được ép để các nhiệt độ của các phần tiếp xúc với phôi thủy tinh trong các bề mặt ép khuôn ở hai bên khuôn là gần như giống nhau trong khoảng thời gian từ khi bắt đầu quá trình ép khuôn cho đến khi nhiệt độ của phôi thủy tinh giảm xuống điểm biến dạng. Do vậy, độ phẳng của phôi thủy tinh có thể là độ phẳng đích dành cho nền thủy tinh dùng cho đĩa từ. Do đó, phôi thủy tinh được tạo ra theo cách để ít nhất một quá trình mài được bỏ qua. Lúc này, phôi thủy tinh có chiều dày mặt cắt giảm từ phía mặt bao ngoài đến phía giữa được tạo ra. Nhờ đó, mặt bao ngoài, dày hơn trong phôi thủy tinh, có thể là phần khởi động mài, và do đó, thực hiện được quá trình mài một cách hiệu quả.

Lưu ý là, hồ nhiệt 121d, 122d được tạo ra cho khuôn theo các phương án được minh họa trên Fig.12A, Fig.12B, và do đó, tạo ra dòng nhiệt như được minh họa trên Fig.12B. Để tạo ra được dòng nhiệt như vậy và sản xuất được phôi thủy tinh G như được minh họa trên Fig.12C, có thể chấp nhận phương án mà cung cấp nguồn nhiệt ở các phần của các mặt bao ngoài của bề mặt bao ngoài 121c và bề mặt bao ngoài 122c lần lượt của khuôn thứ nhất 121 và khuôn thứ hai 122. Các phần tương ứng với các phần giữa của phôi thủy tinh G trong quá trình ép khuôn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ thực hiện sáng chế, ví dụ kỹ thuật đã biết, và các ví dụ so sánh

Dưới đây, các hiệu quả của phương pháp được minh họa trên Fig.3 được xác nhận.

Thủy tinh alumin silicat (57% đến 74% SiO_2 , 0% đến 2,8% ZnO_2 , 3% đến 15% Al_2O_3 , 7% đến 16% Li_2O , và 4% đến 14% Na_2O) được sử dụng làm vật liệu thủy tinh. Hai khuôn được minh họa trên Fig.4 và Fig.5A đến Fig.5C được sử dụng. Các nhiệt độ của các bề mặt ép khuôn ở cả hai khuôn là giống nhau. Thiết bị ép trên đây được sử dụng trong đó sai số thời gian khi mỗi bề mặt ép khuôn tiếp xúc với thủy tinh là 5ms. Do đó, phôi thủy tinh được tạo ra trong đó độ phẳng là $3,91\mu\text{m}$, độ nhám bề mặt là $0,013\mu\text{m}$, hệ số mờ là 20%, và chiều

dày là 0,95mm. Bằng cách thực hiện các quá trình xử lý từ (b) đến (g) trên đây, đối với phôi thủy tinh đã thu được, sẽ thu được nền thủy tinh dùng cho đĩa từ trong đó độ phẳng là $3,88\mu\text{m}$, chiều dày là 0,80mm, và độ nhám bề mặt là 0,15nm.

Lưu ý là, quá trình mài và đánh bóng được thực hiện với các điều kiện mài và đánh bóng nêu cụ thể dưới đây.

Mài bằng các hạt mài cố định: đĩa kim cương.

Quá trình đánh bóng thứ nhất: xeri oxit (kích cỡ hạt trung bình; đường kính nằm trong khoảng từ $1\mu\text{m}$ đến $2\mu\text{m}$) và đế uretan cứng được sử dụng để thực hiện quá trình đánh bóng.

Quá trình đánh bóng thứ hai: silic oxit dính (kích cỡ hạt trung bình; đường kính là $0,1\mu\text{m}$) và đế polyuretan mềm được sử dụng để thực hiện quá trình đánh bóng với dung sai gia công là $1\mu\text{m}$.

Lớp từ được tạo ra trên nền thủy tinh đã được tạo ra bằng cách sử dụng thiết bị phun loại nối tiếp. Cụ thể là, lớp dính CrTi, lớp từ mềm CoTaZr/Ru/CoTaZr, lớp dưới không từ dạng hạt CoCrSiO₂, lớp từ dạng hạt CoCrPt-SiO₂-TiO₂, và lớp bảo vệ cacbon hyđrua lần lượt được cho lắng đọng trên cả hai bề mặt chính của nền thủy tinh. Sau đó, lớp bôi trơn perfloropolyete được cho lắng đọng trên lớp trên cùng đã lắng đọng bằng phương pháp nhúng, nhờ đó, thu được đĩa từ.

Thí nghiệm độ bền LUL (load/unload – lắp/tháo) (600.000 lần) được thực hiện để đánh giá độ bền lướt của đầu từ đối với đĩa từ đã thu được. Thí nghiệm độ bền LUL là thí nghiệm để kiểm tra sự xuất hiện lỗi, vết bẩn ở đầu từ sau thí nghiệm, và lỗi bất thường như mài mòn do thao tác của HDD (thiết bị đĩa cứng) trong nhiều chu kỳ, mỗi chu kỳ bao gồm chiếu sáng và dùng ID trong khi HDD nằm trong thiết bị đo độ ẩm nhiệt ở 70°C và 80%. Sau thí nghiệm LUL 80.000 lần/ngày $\times$ 7,5 ngày = 600.000 lần trong đó 10 thiết bị HDD được sử dụng cho một mức thí nghiệm, không nhận thấy bất thường nào đối với tất cả 10 thiết bị HDD.

Phương pháp sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ, phương pháp sản xuất phôi thủy tinh, nền thủy tinh dùng cho đĩa từ, và phôi thủy tinh theo sáng chế đã

được giải thích một cách chi tiết trên đây; tuy nhiên sáng chế không giới hạn ở phương án trên đây. Ví dụ, các phương pháp làm cân bằng điều kiện nhiệt độ quanh hai bề mặt chính của phôi thủy tinh không giới hạn ở các phương pháp được minh họa trên Fig.4 đến Fig.8. Có thể thực hiện các cải biến hoặc thay đổi mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Danh mục các số chỉ dẫn

- 1: Đĩa từ
- 2: Nền thủy tinh
- 3A, 3B: Lớp từ
- 4A, 4B: Đầu từ
- 5: Phần rìa mặt bao ngoài
- 101, 201, 400: Thiết bị ép khuôn
- 111: Cửa xả thủy tinh nóng chảy
- 120, 130, 140, 150, 220: Thiết bị ép
- 121, 221: Khuôn thứ nhất
- 121a, 122a: Bề mặt bao trong
- 122, 222: Khuôn thứ hai
- 122b: Miếng đệm
- 123: Thiết bị dẫn động thứ nhất
- 124: Thiết bị dẫn động thứ hai
- 160: Thiết bị cắt
- 161, 162: Lưỡi cắt
- 171: Băng tải thứ nhất
- 172: Băng tải thứ hai
- 173: Băng tải thứ ba
- 174: Băng tải thứ tư
- 212: Cơ cấu đón nhận vật liệu thủy tinh
- 401: Tấm bề mặt dưới
- 404: Tấm bề mặt trên
- 406: Bánh răng trong
- 408: Thiết bị truyền tải

- 409: Bánh răng
- 410: Đĩa kim cương
- 412: Bánh răng định tinh
- 414: Bánh răng trong
- 416: Bể chứa
- 418: Chất làm mát
- 420: Bơm
- 422: Bộ lọc

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất phôi thủy tinh để sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ có hai bề mặt chính, phương pháp này bao gồm các bước:

bước nhả để làm cho thủy tinh nóng chảy rơi xuống; và

bước tạo hình phôi thủy tinh để tạo hình phôi thủy tinh bằng cách thực hiện quá trình ép khuôn đối với thủy tinh nóng chảy bằng các bề mặt ép khuôn phẳng của các khuôn theo cách để thủy tinh nóng chảy được kẹp từ hai phía bên, phôi thủy tinh có độ phẳng là $4\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn; và

trong đó bước tạo hình bao gồm các công đoạn:

làm cân bằng điều kiện nhiệt độ của các bề mặt ép khuôn của các khuôn trước quá trình ép khuôn; và

thực hiện quá trình ép khuôn đối với thủy tinh nóng chảy sao cho các nhiệt độ của các phần của các bề mặt ép khuôn mà tiếp xúc với thủy tinh nóng chảy được làm cân bằng trong suốt khoảng thời gian sau khi quá trình ép khuôn bắt đầu cho đến khi nhiệt độ của phôi thủy tinh đã được ép giảm xuống đến điểm biến dạng,

trong đó khoảng thời gian sau khi thủy tinh nóng chảy tiếp xúc với các bề mặt ép khuôn cho đến khi các bề mặt ép khuôn được đóng lại là 0,1 giây hoặc nhỏ hơn.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khi ép thủy tinh nóng chảy bằng các khuôn, các sự tiếp xúc của các phần của các khuôn với thủy tinh nóng chảy bắt đầu một cách đồng thời, các phần của các khuôn được thiết đặt ở hai bên của thủy tinh nóng chảy ngay trước quá trình ép.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sự chênh lệch thời gian giữa thời gian tiếp xúc của một trong các khuôn với thủy tinh nóng chảy và thời gian tiếp xúc của khuôn còn lại trong số các khuôn với thủy tinh nóng chảy là 10 mili giây hoặc nhỏ hơn.

4. Phương pháp sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ, phương pháp này bao gồm bước đánh bóng các bề mặt chính của phôi thủy tinh thu được bằng phương pháp sản xuất phôi thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3.

5. Phương pháp sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ theo điểm 4, trong đó phôi thủy tinh được đánh bóng trong bước đánh bóng có tạo độ nhấp nhô bề mặt của hai bề mặt chính.

6. Phôi thủy tinh dùng cho đĩa từ để sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ, phôi thủy tinh này có dạng lõm mà độ dày của được giảm từ phía ngoài vào phía tâm, phôi thủy tinh có tính chất quang trong đó hệ số mờ là 20% hoặc cao hơn,

trong đó chênh lệch độ dày lớn nhất và độ dày nhỏ nhất của phôi thủy tinh là 8 μ m hoặc nhỏ hơn.

7. Phôi thủy tinh dùng cho đĩa từ theo điểm 6, trong đó độ phẳng của các bề mặt chính là 4 μ m hoặc nhỏ hơn.

8. Phương pháp sản xuất phôi thủy tinh vô định hình để sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ có hai bề mặt chính, phương pháp này bao gồm các bước:

bước nhả để làm cho thủy tinh nóng chảy được cắt bằng hai lưỡi cắt và rơi xuống; và

bước tạo hình phôi thủy tinh bằng cách thực hiện quá trình ép khuôn đối với thủy tinh nóng chảy bằng các bề mặt ép khuôn phẳng của các khuôn theo cách để thủy tinh nóng chảy được kẹp từ hai phía bên và các nhiệt độ của các phần của các bề mặt ép khuôn mà tiếp xúc với thủy tinh nóng chảy được làm cân bằng trong khoảng thời gian sau khi quá trình ép khuôn bắt đầu cho đến khi nhiệt độ của phôi thủy tinh được ép giảm đến điểm biến dạng,

trong đó các khuôn được sử dụng trong bước tạo hình được bố trí bộ tản nhiệt,

trong đó phôi thủy tinh được tạo hình trong bước tạo hình có dạng lõm, dạng lõm này có độ dày được giảm từ phía ngoài vào phía tâm.

9. Phương pháp sản xuất phôi thủy tinh vô định hình theo điểm 8, trong đó bước tạo hình gồm công đoạn làm cân bằng điều kiện nhiệt độ của các bề mặt ép khuôn trước quá trình ép khuôn.

10. Phương pháp sản xuất của phôi thủy tinh vô định hình theo điểm 8 hoặc điểm 9, trong đó trong bước tạo hình, quá trình ép khuôn được thực hiện sao cho sự phân phối nhiệt độ của mỗi bề mặt ép khuôn về cơ bản là đồng đều.

11. Phương pháp sản xuất phôi thủy tinh vô định hình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 10, trong đó trong bước tạo hình, thủy tinh nóng chảy được ép sao cho độ phẳng của mỗi bề mặt chính của phôi thủy tinh là 4 μm hoặc nhỏ hơn.

12. Phương pháp sản xuất phôi thủy tinh vô định hình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 11, trong đó trong bước tạo hình, thủy tinh nóng chảy được ép sao cho sự chênh lệch của độ dày lớn nhất và độ dày nhỏ nhất của phôi thủy tinh là 8 μm hoặc nhỏ hơn.

13. Phương pháp sản xuất nền thủy tinh dùng cho đĩa từ, phương pháp này bao gồm bước mài để mài bằng các hạt mài cố định hai bề mặt chính ở cả hai phía bên của phôi thủy tinh thu được bằng phương pháp sản xuất phôi thủy tinh vô định hình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 12.

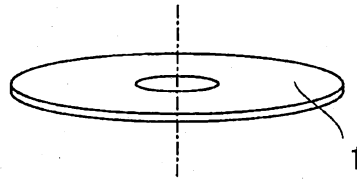


FIG. 1A

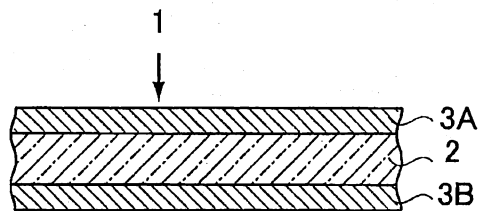


FIG. 1B

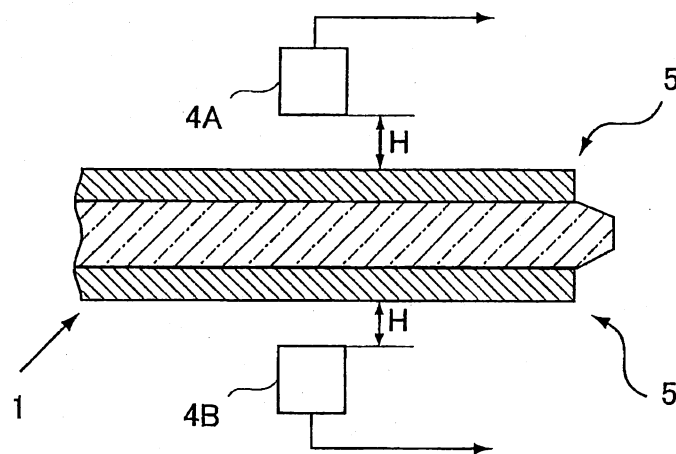
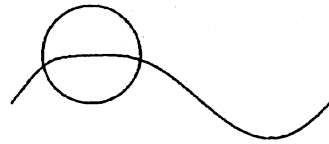


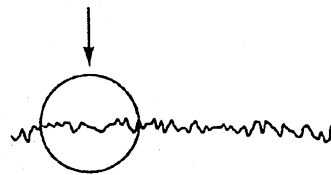
FIG. 1C

FIG.2A



ĐỘ PHẪNG

FIG.2B



ĐỘ GỌN SÓNG

FIG.2C



ĐỘ GỌN VI SÓNG

FIG.2D



ĐỘ NHÁM
(ĐỘ NHÁM TRUNG
BÌNH SỐ HỌC R_a)

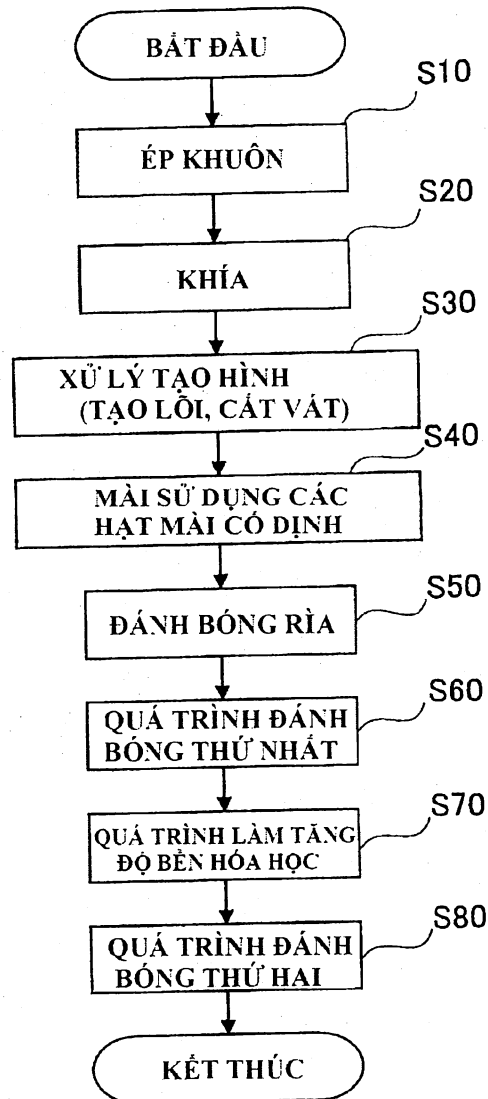


FIG.3A

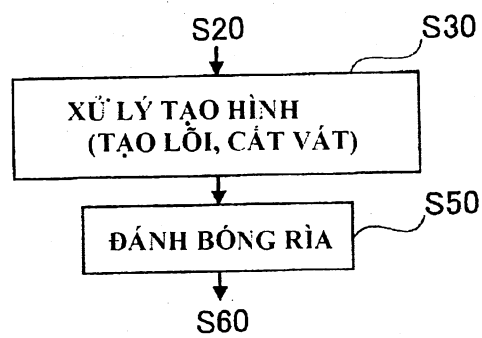


FIG.3B

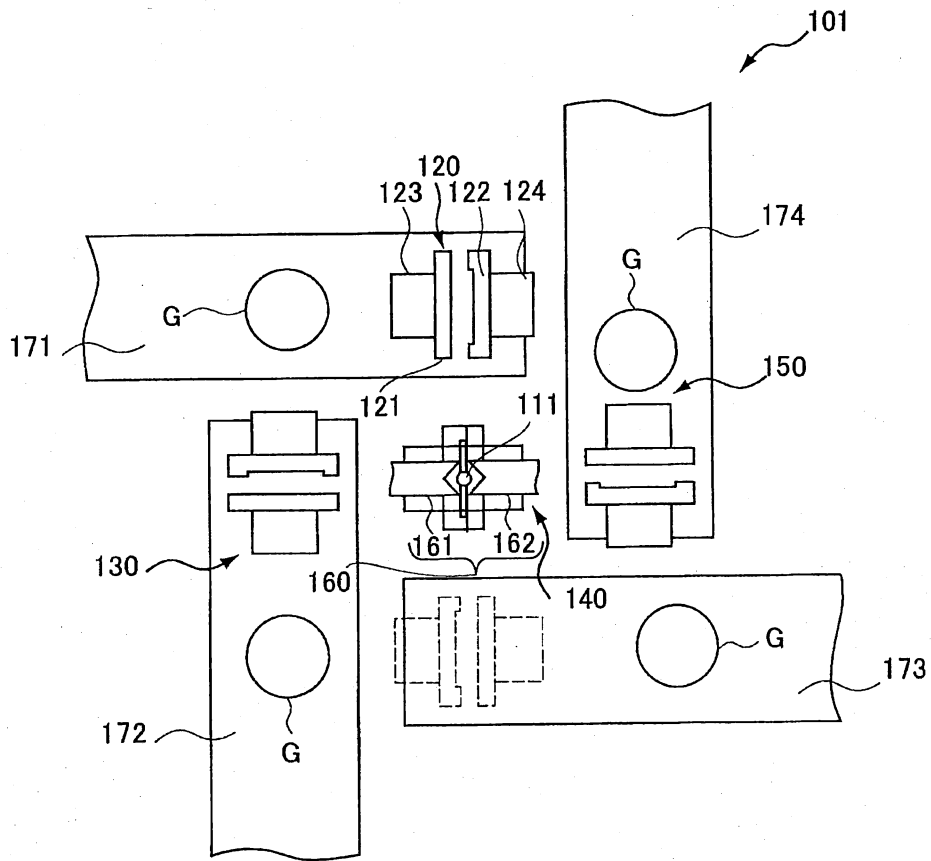


FIG.4

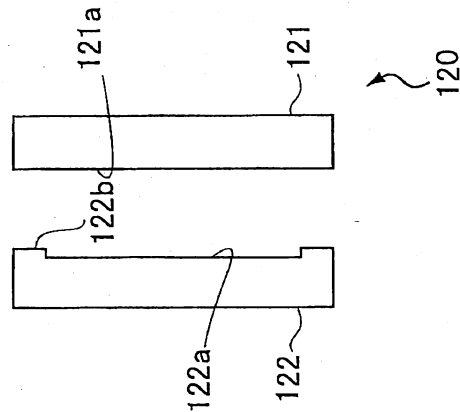
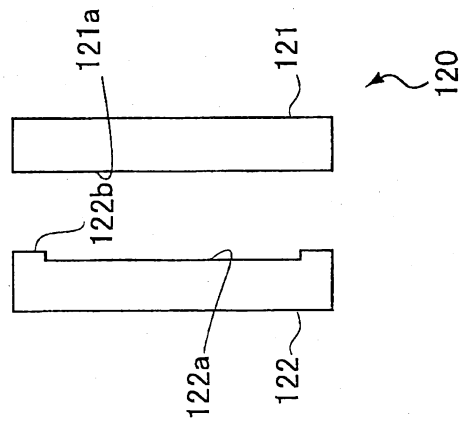
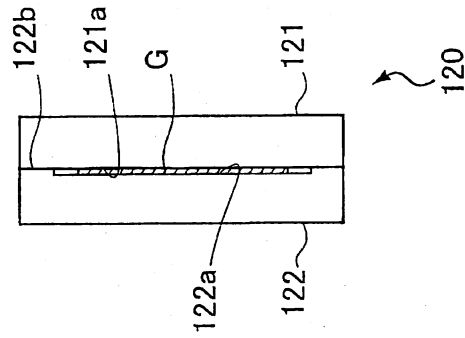
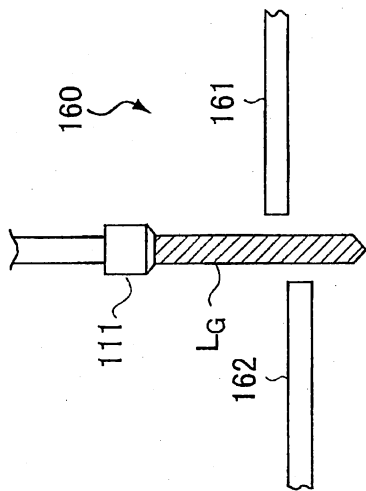
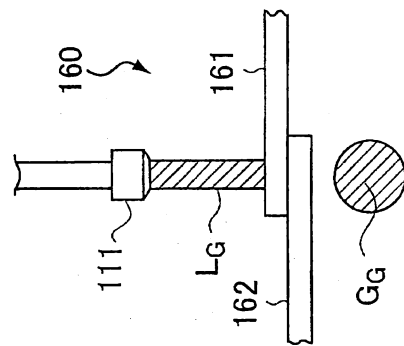
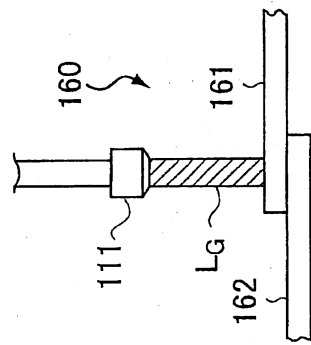


FIG.5C

FIG.5B

FIG.5A

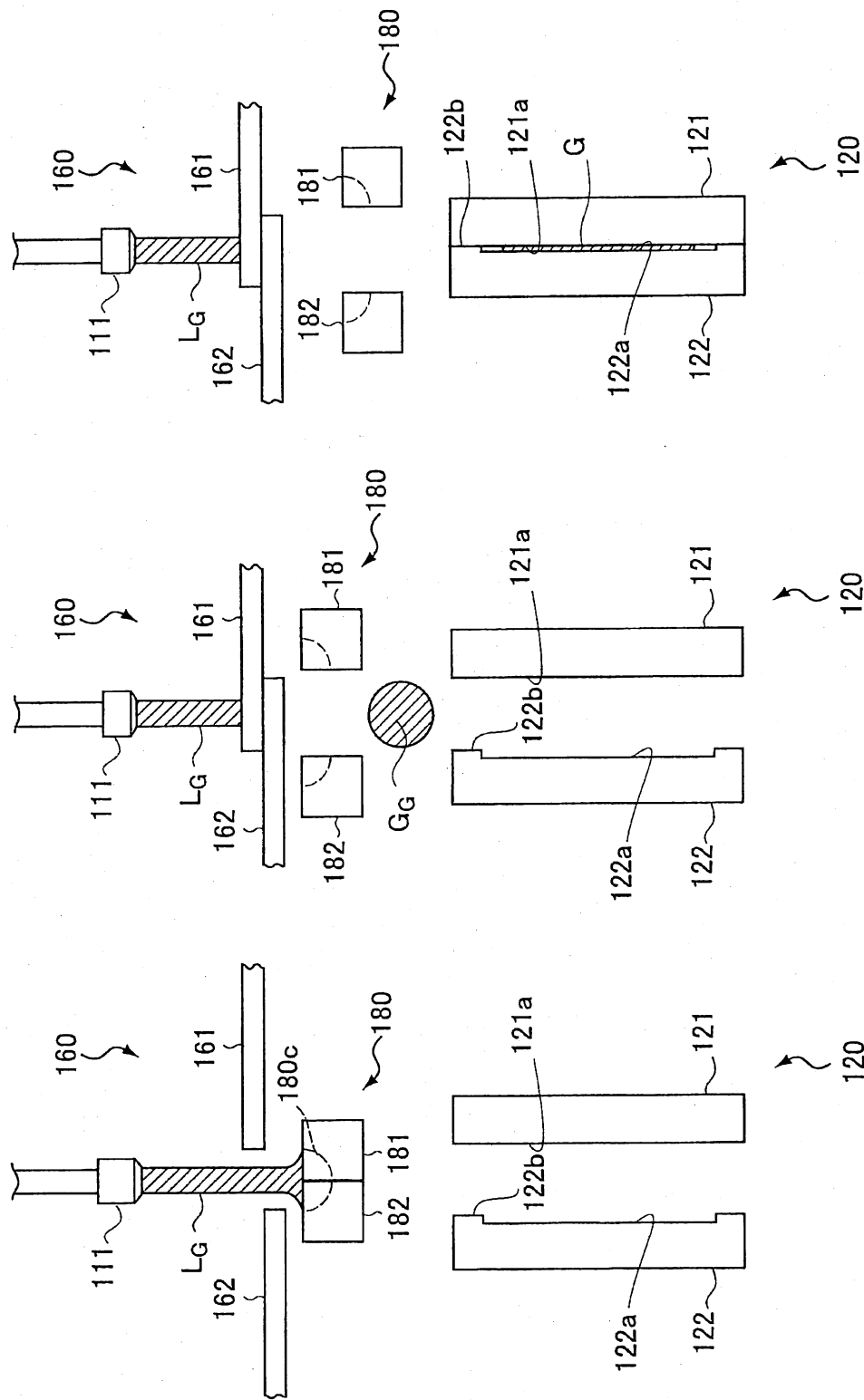


FIG. 6C

FIG. 6B

FIG. 6A

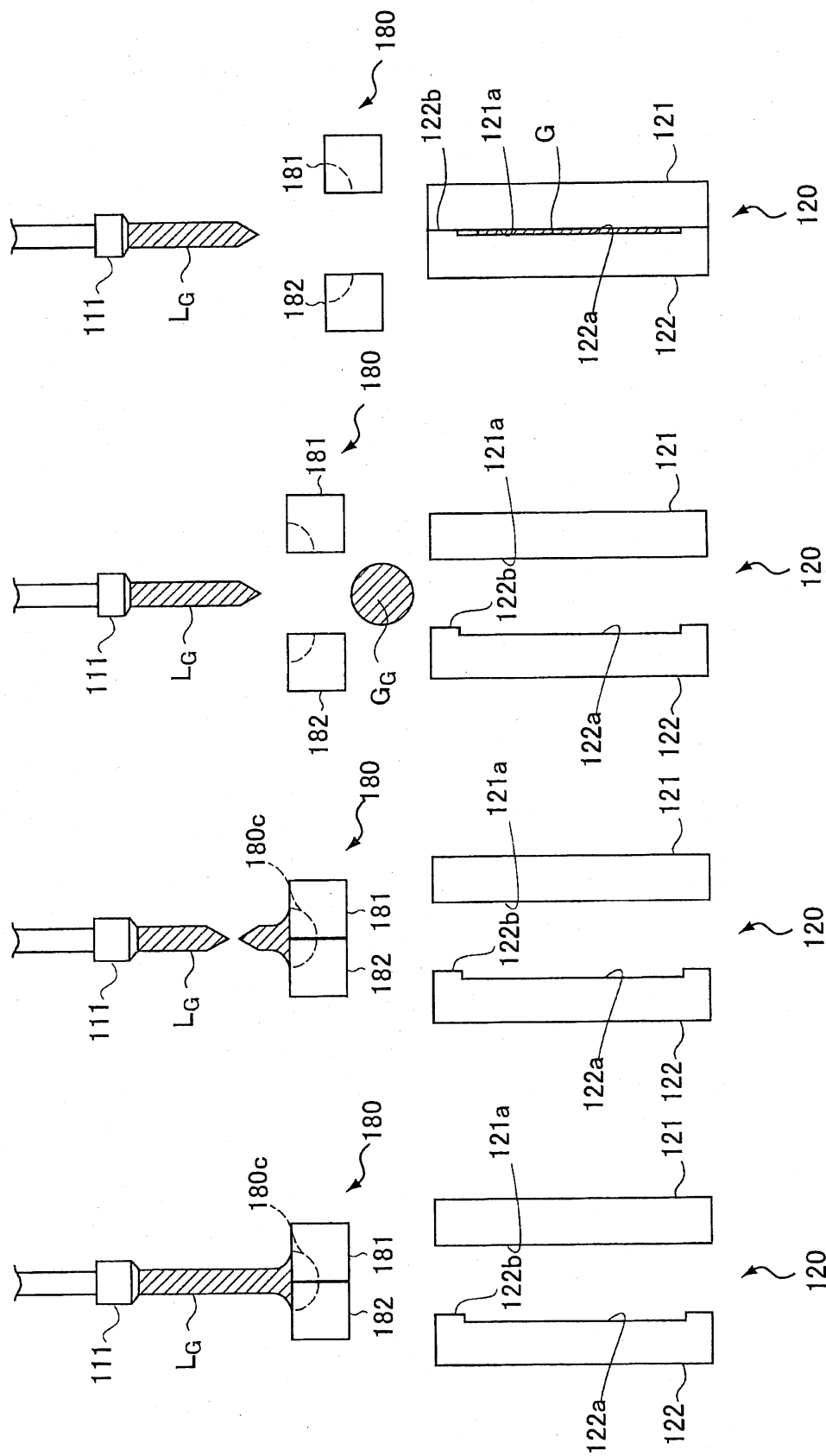


FIG. 7D

FIG. 7C

FIG. 7B

FIG. 7A

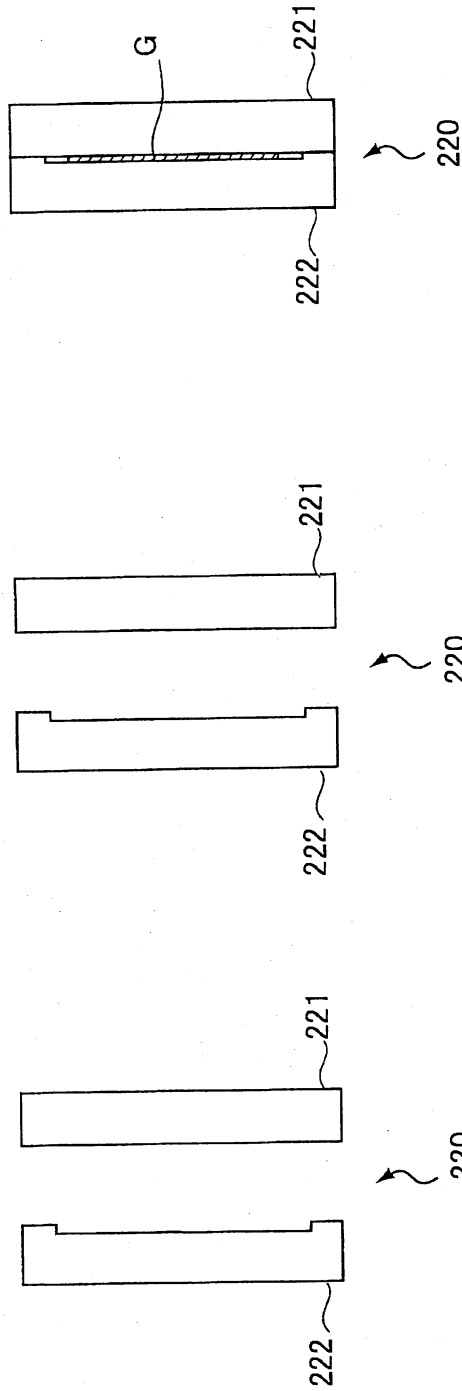
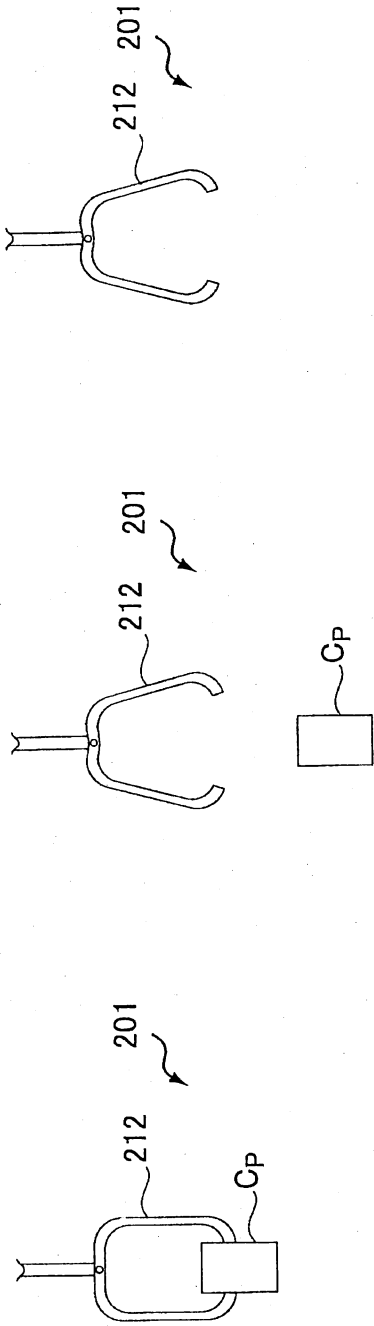


FIG. 8C

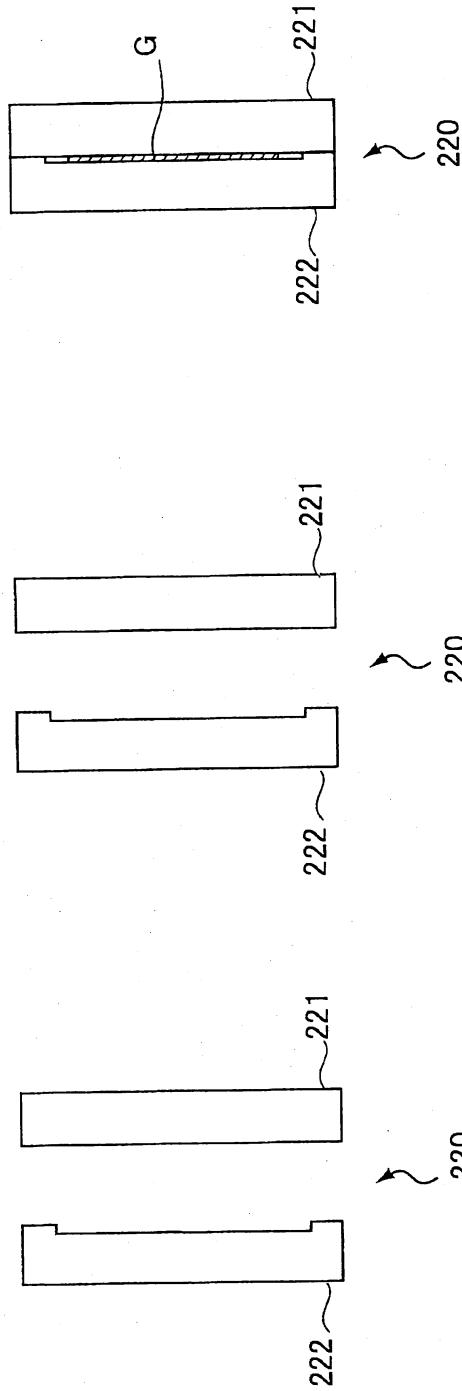
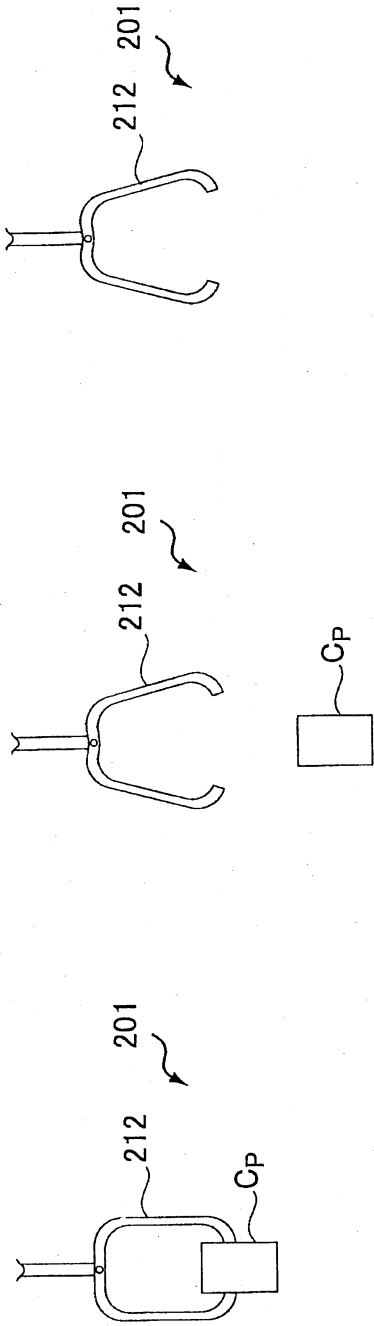


FIG. 8B

FIG. 8A

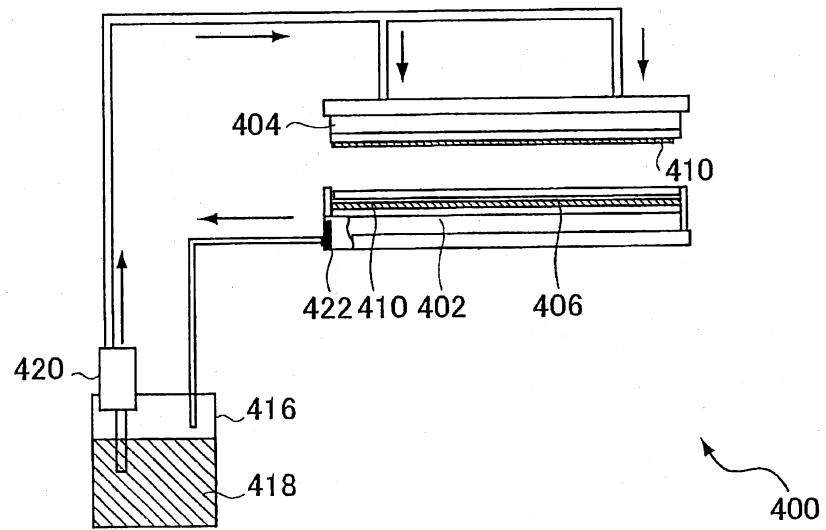


FIG. 9A

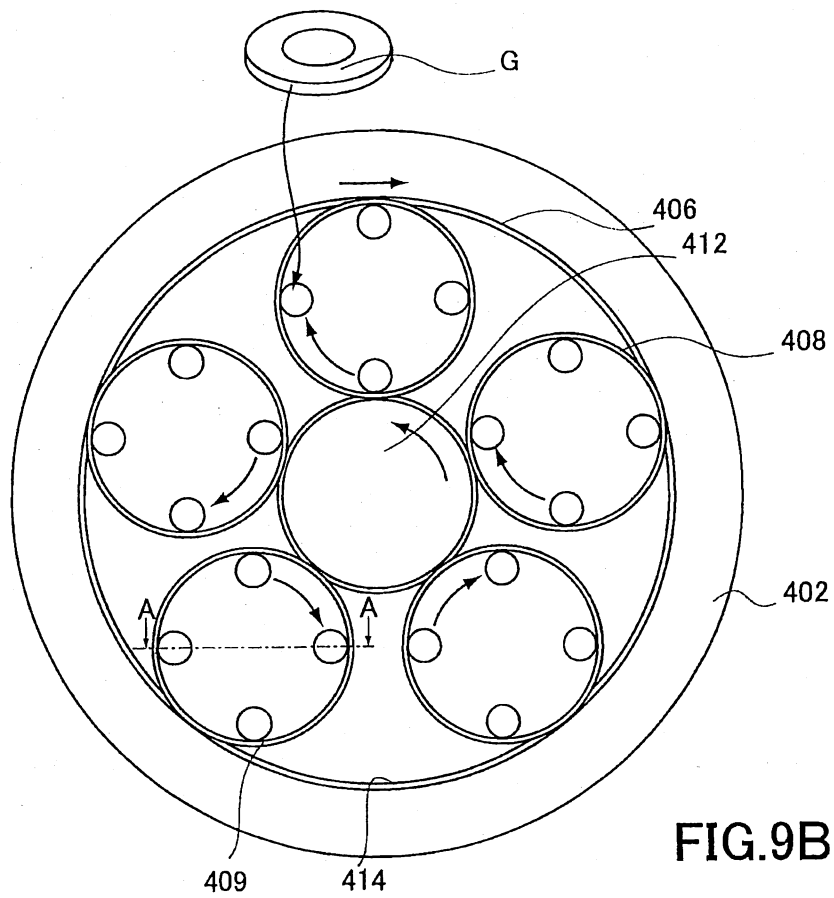


FIG. 9B

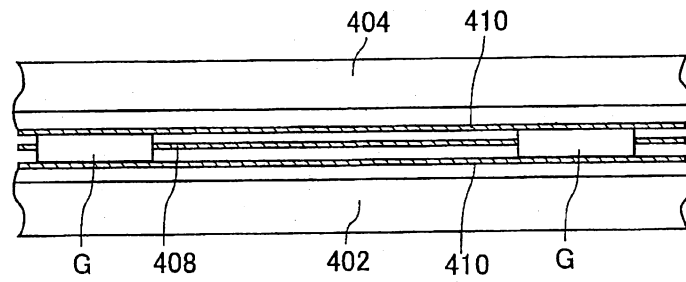


FIG.10

FIG.11A

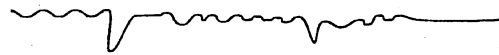


FIG.11B

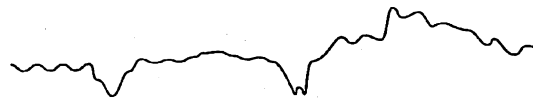


FIG.11C



FIG.11D



FIG.12A

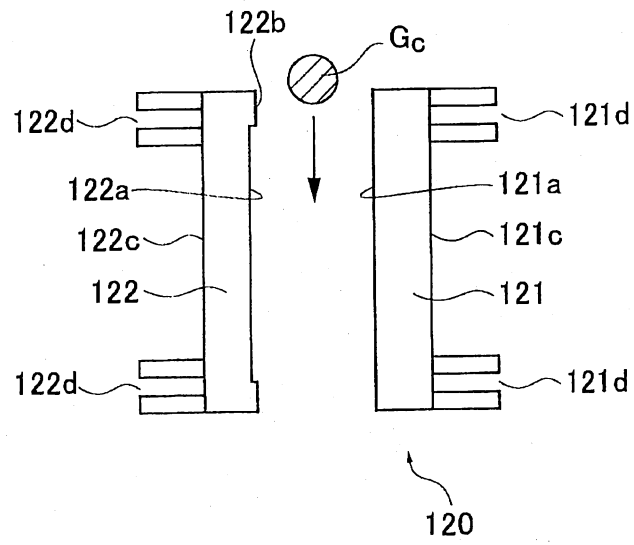


FIG.12B

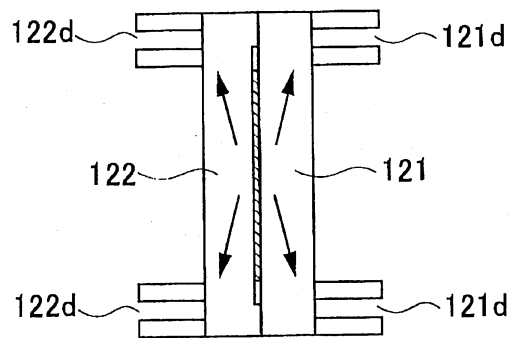


FIG.12C

